



صندوق مشروع تطوير التعليم العالي وحدة إدارة المشروعات
وزارة التعليم العالي
e-mail: HEEPF_Projects@yahoogroups.com

مشروع التطوير المتكامل للبرامج التعليمية في مجال الإنتاج النباتي لتتواءم مع المستويات العالمية
Improving Learning Programs in Plant Production at the Faculty of Agriculture and Bring them to International Standards(ILPPP) B - 088 – LO

محاضرات

في

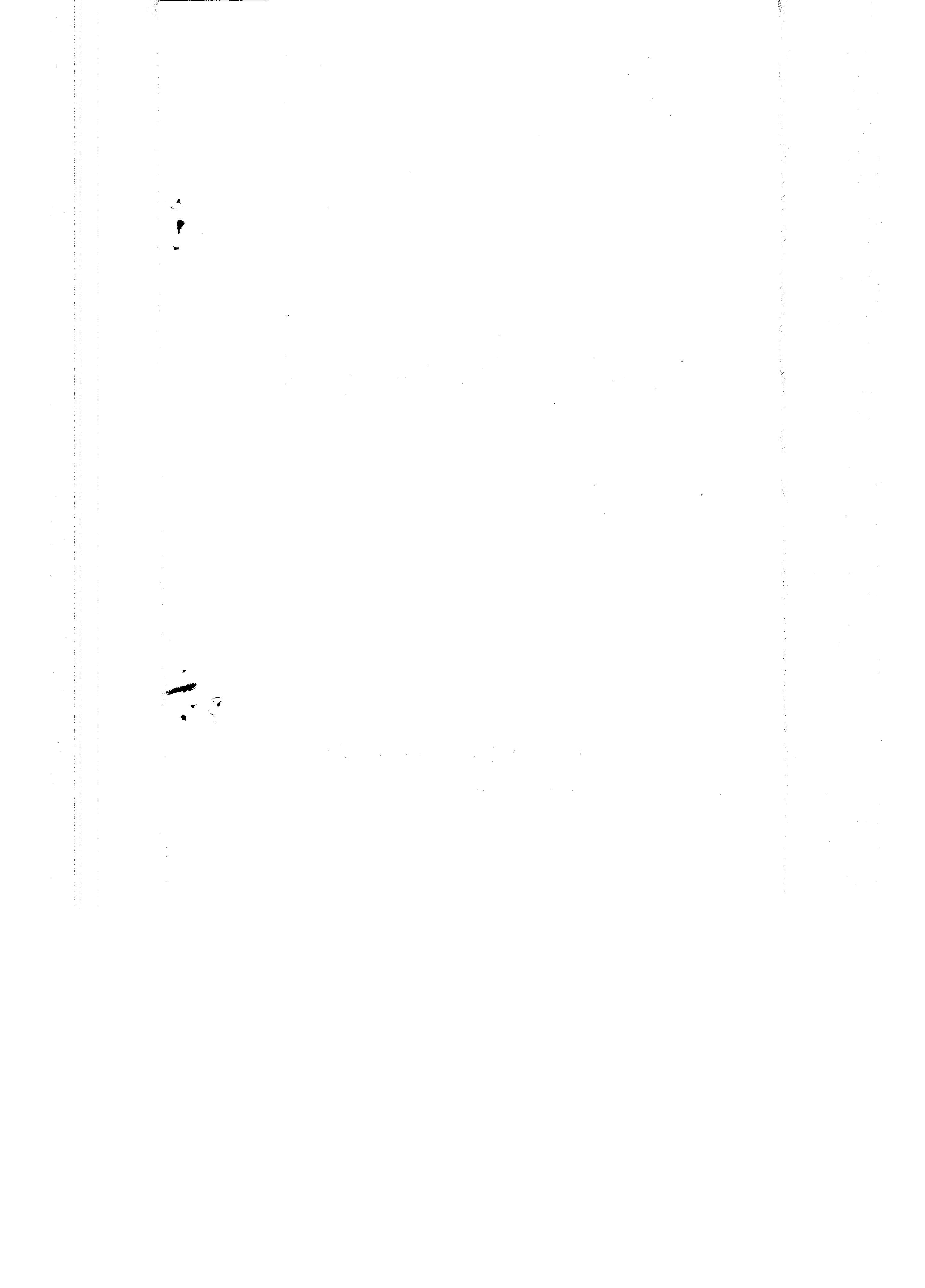
صيانة الأراضي

إعـداد

دكتور خالد حسن الحامدي

أستاذ الأراضي- جامعة المنصورة

٢٠٠٧



المحتويات

عزيزي الطالب ،،،،

لمزيد من الاستفادة من المقرر الدراسي (صيانة الأراضي)

عليك بإتباع الآتي:

1- الاستعانة بالاسطوانة المدمجة المرفقة بالكتاب.

2- الانتظام في حضور المحاضرات النظرية والدروس العملية لمادة صيانة الأراضي بكلية الزراعة- جامعة المنصورة - وفقاً للجداول المرفقة بالكلية.

3- زيارة المواقع ذات الصلة بموضوع الدراسة على شبكة المعلومات الدولية (***Inter Net***).

4- زيارة مكتبة الكلية والاطلاع على الكتب والدوريات العلمية الخاصة بموضوع صيانة الأراضي.

5- التنسيق مع الأستاذ الدكتور أستاذ المادة وزملائك الطلاب للقيام ببعض الرحلات العلمية.

المقدمة

المحافظة على الأرض والإبقاء على صلاحيتها بل والعمل على زيادة خصوبتها تعتبر من أهم الموضوعات التي تشغل بال الأمم الناهضة المتقدمة لما في ذلك من ارتباط وثيق بزيادة الإنتاج ذلك العامل الذي تتوقف علية حالة الأمم الاقتصادية والسياسية على السواء. فالدول التي لا تكفي نفسها ويتوفر من فائضها ما تقدمة لمن تشاء أو تحرم منه ما تشاء ليس لها كلمة مسموعة ولا يحسب لها أي حساب.

ومثل هذه الدراسات وأن كانت لم تظهر في مصر إلا في السنوات الأخيرة فقط إلا أنها تتقدم بخطى سريعة ملموسة حتى تلحق ركب الحضارة والتقدم الزراعي. ويزداد الأمل كثيراً في أن تتبوء مصر مكانتها بين الدول العظمى كلما زاد اهتمام المسئولين بالمحافظة على الأرض والعمل على زيادة الغلة. والزراعة في مصر قد أخذت شكلاً حديثاً متقدماً بعد أن كانت مهنة لكل من لم يجد لنفسه مهنة ويتوارثها الأبناء عن الآباء بما حوت من عيوب وحسنات وعادة ما يعمدون إلى الطرق البالية بل حتى يتوارثون التقاوي دون العمل على تحسينها أو تغييرها بعكس ما هو حادث فعلا في البلاد السابقة في ميادين العلوم الزراعية وحيث الفلاح الواعي جيد الإدراك. وبتوالي التقدم يزداد الاهتمام بالدراسات والبحوث الهادفة إلى زيادة الإنتاج والعمل على المحافظة على الأرض ، وليس بالغريب إذا والوضع على هذه الصورة أن نجد أن الولايات المتحدة الأمريكية استكمالا للفائدة ولنشر الوعي الزراعي بين فلاحيها ولتنظيم الدراسات المتعلقة بالمحافظة على الأرض قد أقامت مصلحة خاصة لهذا الغرض عليها مخاطبة الزراع عن طريق النشرات الدورية كما تساهم في إيجاد الحلول لمشاكلهم المتعلقة بهذا الموضوع تلك هي (Soil Conservation Service).

وما يقال عن حفظ الأرض يقال عن استغلالها استغلالاً صحيحاً يدفع إلى زيادة الإنتاج ومن السهل ولاشك تحت ظروفنا في بلدنا هذه أن تزيد من غلة

الفدان طالما أننا لم نصل إلى نهاية الإنتاج عن طريق تحسين الخواص الطبيعية والكيميائية للأرض مع توفير نفس الظروف للنبات في الوقت الذي يحد من زيادة الرقعة الزراعية عوامل خارجية لا يسهل التغلب عليها- ونضرب مثلاً لمثل هذا الوضع الفلاح الذي يملك فدان من الأرض ولا يستطيع شراء غيرة يمكنه أن يزيد من دخلة عن طريق حسن استغلاله وخدمته للحصول على أكبر إنتاج يعوض عليه عدم قدرته على العمل في أتساع الرقعة المستغلة.

وليست المحافظة على الأرض وخدمتها وإضافة الأسمدة إليها هي كل شيء في زيادة الإنتاج بل قد تظهر مشكلة من المشاكل في منطقة ما أو بلد من البلدان كزيادة الانخفاض في درجات الحرارة أو قلة المياه وفي مصر يعتبر نقص الماء عاملاً من العوامل المحددة للإنتاج الزراعي وللتوسع في الرقعة الزراعية ومن هنا ظهرت أهمية المحافظة على كل قطرة ماء تصل إلينا واستغلالها استغلالاً اقتصادياً في إنتاج زراعي منظم يعطى أكبر محصول.

نحن نعيش في هذه المشكلة في مصر إذ يؤخر زيادة اتساع الرقعة الزراعية قلة مياه الري في وقت يتزايد فيه السكان بصورة مخيفة. وبمقارنة مدى زيادة السكان مع زيادة الرقعة الزراعية تتضح أهمية التطلع إلى **صيانة الأرض**، حيث أن مساحة الأرض المستغلة قد يتناقص أحياناً وإذا أتلفت الأرض أو ضاعت فمن الصعب أن نعيدها سيرتها الأولى أو نرجعها بعد ضياعها بل كل ما يمكن عملة هو الاحتفاظ بما تبقى منها من الضياع والعمل على تحسينه ، فمثلاً الطبقات السطحية من التربة قد تغسل منقولة إلى البحر أو المحيطات وإرجاع.مثل هذه التربة إلى مكانها يعتبر ضرباً من ضروب العبث كذلك ليس من المعقول أن نجعل المياه تسير من أسفل التلال إلى قممها ولكن يمكننا أن نوقف انتقال التربة إلى البحر أو نحد من الجزء المنقول كذلك يمكننا العناية بما بقى من الأرض لنزيد من إنتاجها كما يمكن أن نعطل حركة الماء فيقل بذلك ما ينزل من أرض

فوق التلال وهناك في أراضى الساحل الشمالي كثير منها الأراضي التي تضيع في البحر الأبيض ما لم نعمل على حفظها من الضياع.

وتدل الإحصائيات في أمريكا أن إتباع الطرق السليمة في خدمة الأرض والمحافظة عليها زاد من الإنتاج الزراعي بما يعادل الثلث وهو مقدار كبير يدفع البلاد ذات الرقعات المحدودة كمصر إلى رسم سياسة لاستغلال أراضيها استغلالاً سليماً مع المحافظة عليها وعلى إنتاجها ولم يكن الأمريكيون يهتمون كثيراً بهذه الدراسة إلا منذ قريب حتى أن معظم الولايات لم تكن تهتم بما يحدث للأرض إلى أن تنبه الجمهور لأهمية هذه الدراسات وبالتالي ظهر مدى الاهتمام بإتباع النظم الزراعية المبنية على قواعد علمية سليمة ساندها دراسات للنواحي الطبيعية للأراضي وخواصها وكيفية تحرك الماء وطرق استغلالها بنجاح حتى يمكن التوصل إلى أكبر إنتاج مع المحافظة على التربة السطحية من أن تبددها المياه الجارية أو الرياح لذلك وضعت البرامج التي تخطط العمليات في التربة وفي المزرعة على السواء **Soil management and farm management**.

ويتبع ذلك أيضاً تحديد كل من المواد الغذائية والمواد العضوية في التربة ذلك الوسط الطبيعي الذي يمد النباتات باحتياجاتها حتى ينتج عنها المحاصيل. ويمكن القول أن المحافظة على الأرض وزيادة خصبها يعنى الشيء الكثير من الناحيتين الاقتصادية والسياسية إذ أن زيادة الإنتاج في بلد من البلدان توفر كميات من الحاصلات يستغلها أكبر عدد من الناس.

<u>وترتكز الطرق الحديثة للمحافظة على التربة في استغلال الأرض استغلالاً كاملاً باستعمالها بطريقة سليمة حسنة واستخدام الطرق المقترحة أو المختبرة في البلاد المتقدمة والمناسبة لكي تعطى الأرض محاصيل نفعية.</u>

وتعتبر صيانة التربة واحدة من أهم العمليات التي تتوقف عليها حالة البلد إذ تعتبر المحافظة على الأرض من المشاكل الأهلية والتغلب عليها يصحبها لاشك التغلب على كثير من إشكالات البلاد من ناحية التنمية الاقتصادية والدخل القومي.

الأهداف العامة للمقرر الدراسي

١. فهم أدوات صيانة التربة والماء وإدارتها من اجل الاستغلال الجيد للأرض والموارد المائية.
٢. يتمكن من التعرف على الطرق العملية للتحكم في عمليات التعرية والتدهور مما يؤدى لمزيد من الإنتاجية والزراعة المستدامة.
٣. تحليل عمليات التعرية ومشاكلها.
٤. يوضح مشكلات استغلال الأراضي والمياه.
٥. يتمكن من إجراء التطبيقات العملية في مجال ادراة الموارد الأرضية والمائية.

العوائد والمخرجات التعليمية المستهدفة من خلال تدريس المقرر:

أ- المعارف والفهم:

١. تعرف على مشكلات الأراضي الناتجة عن عوامل التعرية أو سوء الاستغلال.
٢. يتفهم ميكانيكية عمليات التدهور المختلفة.
٣. استعراض المفاهيم الحديثة لصيانة التربة وادراة الموارد المائية والأرضية.

ب- المهارات الذهنية:

١. يتمكن من تفسير المعلومات في دراسات التربة والمياه.
٢. يكون قادرا على تصميم برامج علمية لإدارة الموارد المائية والأرضية.
٣. يستطيع حل المشكلات المرتبطة باستخدام واستغلال الأراضي من اجل التنمية المستدامة.

ج- المهارات المهنية والعملية:

١. تعريف بنوعية الأضرار الحادثة في الماضي والمتوقعة في المستقبل في منطقة الدراسة.

٢. توصيف العمليات الطبيعية التي تصاحب كل من التعرية الهوائيـــة والمائيـــة والعوامل التي تؤثر عليهما.
٣. نستطيع حساب معدلات التربة المتوقع فقدها نتيجة لعوامل التعرية المختلفة.
٤. تقترح الوسائل الاقتصادية العملية لتقليل مخاطر عمليات التدهور المختلفة.
٥. تشرح الإستراتيجية الممكن تطبيقها لتفعيل قياسات الصـــيانة فـــي المنـــاطق الزراعية والغير زراعية.
٦. يتفهم تأثير الإدارة الزراعية على جودة المياه.
٧. يوضح ويتفهم دور الهيئات الحكومية في صيانة الأراضي والمياه والاستخدام الجيد للأرض.

د- المهارات العامة والقابلة للنقل:

١. القدرة على العمل في فريق علمي.
٢. لديه مهارات العرض الفعال للأعمال والأفكار والاتجاهات.
٣. يقدر الأولويات ولديه القدرة على ادراة الوقت بصورة صحيحة.

الوحدة التعليمية الأولى

مفهوم صيانة الأراضي

مدلولاته وتطوره

الأهـــــداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادراً على:

١- أن يتعرف على مفهوم الصيانة وتطوره.

٢- يدرك أهمية الموارد الأرضية والمائية وضرورة المحافظة عليها.

٣- يتفهم الآثار الناتجة عن التعرية في المجالات المختلفة.

العناصـــــر:

١- مفهوم الصيانة وتطوره

٢- علاقة الصيانة بالمواضيع الأخرى.

٣- تطور الأبحاث في مجال التعرية.

٤- الآثار المختلفة للتعرية على التربة والماء والإنسان.

• مفهوم صيانة الأراضي

مدلولاته وتطوره

تعريف صيانة التربة Soil Conservation :

معنى الصيانة من الناحية اللغوية هو الحماية من الفساد أو الضـــياع ولا يشمل هذا التعريف استعمال المادة المصونة وبالتالي يشتمل هذا التعريف فقط على حفظ التربة دون العناية باستعمالها .

والحقيقة أن صيانة التربة فكرة أكثر شمولاً منذ أن أدركنا أهمية التعريـــة المتأثرة بالنشاط الإنساني فلا نستطيع في الحقيقة القول بأن صيانة التربة هي عمل المصاطب أو الزراعة الشريطية بل أنها عبارة عن تكامل جميع هذه الأشياء مـــع استعمال ومعاملة الأرض بصورة صحيحة وملائمة .

ونستطيع القول أن المفهوم الحديث الواقعي للصيانة يعني : الاســـتخدام الأمثل لوحدة المساحة الأرضية بأكبر كفاءة لفترة طويلة من الزمن مع المحافظة على صفات الأرض وخواصها الجيدة أو بمعنى أدق هي الزراعة العلميـــة التـــي تضع في اعتبارها مقاومة التعرية. علماً بأن الزراعة المنهكة قد تعطـــي عائـــداً كبيراً في فترة قصيرة من الزمن فقط تتدهور بعدها الأرض .

من هذا المنطق أصبح علم صيانة الأراضي من الأهمية بمكان خاصة مع بداية النصف الثاني من القرن السابق ليؤكد على أهمية تحديد عوامل الإنتاج فـــي كل نوع من الأراضي وحصر جميع المشاكل التي تحد مـــن إنتاجيتهـــا ورســـم السياسة العلمية التي تعمل على إيجاد نظام تكامل طبيعي بـــين الأرض والمـــاء والنبات للحصول على أقصى عائد ممكن مع التغلب على جميع عوامل التـــدهور سواء الطبيعية أو الناتجة عن سوء الاستغلال وبصورة أخرى فهو الحفاظ علـــى الأرض أثناء الاستخدام أو استخدام الأرض دون فقد.

علاقة صيانة التربة بالمواضيع الأخرى :

بالنظر لكون صيانة التربة تعنى إدارة التربة لغرض إنتاجية عالية وفي نفس الوقت حمايتها من التعرية فهناك موضوعات عديدة ذات علاقة وثيقة بها ومنها فيزياء التربة ــ خصوبة التربة ــ كيمياء التربة ــ ميكروبيولوجيا التربة ــ تصنيف التربة ــ علم الحياة ــ علم المناخ ــ إدارة المحاصيل والمراعى والغابات ــ تربية الحيوان ــ الاقتصاد الزراعي ــ وعلم الاجتماع.

ولكي يكون الإنسان قادراً على ممارسة صيانة التربة بإدراك وإتقان يجب عليه أن يكون ملماً ومطلعاً على الحقائق الأساسية في هذه المواضيع.

التطور التاريخي في الأبحاث الخاصة بالتعرية :

كانت بداية الأبحاث العلمية في مجال تعرية التربة في ألمانيا تبعاً للمجالات الخاصة بعلوم التربة وكان ذلك في الفترة من ١٨٧٧ ــ ١٨٩٥ وقد أستخدم في بداية الأبحاث الأصص الصغيرة للتعرف على مدى تأثير الرياح كما درست تأثيرات النبات **Vegetation** وتغطية السطح على اعتراض الماء الساقط وعلى إفساد بناء التربة كذلك تأثير أنواع التربة المختلفة وميولها على الجريان السطحي والتعرية .

كما تعتبر الولايات المتحدة الأمريكية من الدول الرائدة في هذا المجال والتي استطاعت أن تقود الأبحاث الخاصة بالتعرية وقد انفردت أمريكا بالتجارب التطبيقية بالمزارع قد زاد العمل في مجال الصيانة الميكانيكية للمزارع بها في الفترة من ١٨٥٠ ــ ١٩٠٧ وقد أعلن المسئولين عن وزارة الزراعة في الولايات المتحدة سياسة حماية الأرض وكانت بداية التجارب الكمية ذات الحسابات الدقيقة في ١٩١٥ في **Utah** وتتابعت هذه الأبحاث بدقة بواسطة **Miller** في ميسوري **Missouri** فى (١٩١٧) وهو أول من نشرت نتائج تجاربه الحقلية في أصص فى (١٩٢٣) ثم تتابعت التجارب الكثيرة الأخرى المشابهة لذلك والتي أستخدم فيها نفس الطريقة بصفة أساسية وقد ساعد في ذلك بينت **Bennett** في الفترة من ١٩٢٨ ــ ١٩٣٣ حيث قام بتجاربه في ١٠ حقول من محطات التجارب وأثناء

العشر سنوات التالية لذلك تم عمل برنامج أمتد لـــ ٤٤ محطة وشملت تجـــارب على التحكم في النحر الميكانيكي والجريان السطحي. وخلال هذه الفتـــرة كانـــت الأبحاث التطبيقية محدودة حيث كانت الدراسة في ظل الظروف الحقليـــة تواجـــه مشاكل ولذلك فظهورها في تلك الفترة أمراً مستحدثاً.

وقد تمكن **Wollny's** من منع التعرية الناتجة عن تساقط ميـــاه المطـــر وكان ذلك ذا أهمية كبيرة. وبالرغم من هذا فذلك ليس في أهمية للأبحاث المعقدة عن الدراسات التحليلية في عمليات التعرية. وكان رواد هذا المجال عدد قليل من الأفراد سنه ١٩١٠ مثل **Baver , Borst , Woodbum , Musgave** وكانت أول دراسة تفصيلية عن المطر الطبيعي بقيادة **Laws** ١٩٤٠.

وأول تحليل للفعل الميكانيكي لقطرات المياه المتســـاقطة علـــى التربـــة بواسطة **Ellison** ١٩٤٤ وقد تضمنت على وصف جيـــد بواســـطة **Stallings** ١٩٥٧، والذي قال "أن قطرات المياه الساقطة عامل هام في التعرية المائية منـــذ العصور الأولى من بدء كفاح الإنسان مع نحر التربة" فمنـــذ العصـــور الأولـــى والإنسان يأمل في الحصول على حلول ناجحة لهذه المشكلة. وحيـــث أن ســـقوط المطر الطبيعي يعتبر مرحلة من مراحل عمليات التعرية المائية وقد أكتشف ذلـــك منذ ٧ آلاف سنه من الحضارة ، وقد تأكد أيضاً أن التعرية تنعدم علـــى الأرض المحتوية على غطاء نباتي كثيف.

وقد أدرك **Ellison** أن لقطرات المياه الساقطة دور كبيـــر فـــي عمليـــة التعرية المائية فهو أول من توصل إلى قطرات المطـــر الســـاقطة هـــي العامـــل الأساسي في التعرية وقد تتوقف التعرية أو تحدث بدرجة قليلة عندما يحمى سطح الأرض بغطاء كثيف من النباتات. وتأثير هذه الحماية يرجع إلى الغطاء النبـــاتي الذي يقلل من الطاقة الحركية الناتجة عن تساقط قطرات المطر.

أما عن الأبحاث التحليلية المباشرة فهي ذات أغراض أكثر تخصصاً والتي بدأ تطبيقها كدراسة محلية ١٩٥٤ كما أن نتائج هذه الدراسة عن الملامح الرئيسية لعملية التعرية معروفة ويمكن حصرها وحسابها.

والواضح أن الولايات المتحدة الأمريكية دائماً تحافظ على دورها القيادي في كل الأبحاث عن عمليات التعرية والدراسات التطبيقية لأعمال الصيانة ثم توالت بعد ذلك العديد من الأقطار لاختبار البرامج المصممة والمطابقة لبرنامج الولايات المتحدة في نفس الظروف خاصة في البلاد الاستوائية والتي تكون فيها التعرية قاسية فالبرامج المحلية تقوى من خلال البرامج العالمية.

فمن الأمثلة الشهيرة التي تستحق الملاحظة **SARCCUS** (**مؤتمر منطقة جنوب أفريقيا لخدمة وصيانة الأراضي**) **South African Regional Commission for Conservation and Utilization of the Soil** والذي أدار هذا العمل فيه **Rowland** فى ١٩٧٤ ومنذ عهد قريب أصبحت الوكالات العالمية مثال **FAO, UNEP, UNESCO** تشرف على عمل هذه البرامج ، ومحطات البحوث الزراعية العالمية بدأت في تجميع البحوث المحلية عن التعرية مثال **ICRIRISAT** في الهند و **IITA** في نيجيريا .

١ ــ <u>التعرية وأثرها على خصوبة الأراضي :</u>

من الدراسات التي قام بها **Wollny** في ميونخ وجد أن حماية الأرض من التعرية عن طريق إيجاد غطاء نباتي يحميها من هدم بنائها حتى أن المسافات البينية غير الشعرية **Non capillary** زادت بنسبة ٣٤ ــ ٥٣ ٪ عن التي لم تحفظ من تأثير المطر وهذا يعمل على تعديل نسب كل من الماء والهواء في الأرض.

وقد حاول بعض العلماء أمثال **Miller** التحكم في تعرية الأرض عن طريق الحرث العميق إلا أنه وجد أن الحرث إلى عمق ٨ بوصات لم يفق الحرث إلى عمق ٤ بوصات بقدر كبير. ومن هذا يظهر مدى أهمية وجود غطاء نباتي يحمى الطبقة السطحية من التربة من الضياع حيث أنها طبقة التربة المرغوب فيها ونزعها يؤدى لتدهور الخواص الخصوبية للأراضي.

٢ – **التعرية وأثرها على مساحة الأراضي المنزرعة :**

قد لا تقف عملية التعرية عند نزع الطبقة السطحية فحسب بل قد تنزع مساحة بأكملها الأمر الذي يصحبة ضياع الأرض لأعماق قد تجعل من محاولة إرجاعها بكافة الطرق أمراً مستحيلاً إذ قد تصل إلى المهد الصخري أو مادة الأصل. وقد تزيد أو تقل نسبة الأرض المعراة حتى أنها قد تزيد أحياناً عن ٣٠ ٪ من جملة المساحة بل والتاريخ يذكرنا بحضارات بأكملها ذهبت نتيجة لضياع الأراضي بسبب التعرية (أذكر بعض هذه الحضارات).

٣ – **التعرية وأثرها على الزروع :**

لا تقف عملية التعرية على الأضرار بالأرض فحسب بل تتعداها إلى الأضرار بالنبات سواء في المنطقة التي تتم فيها التعرية أو في المناطق التي تعترض سير الأجسام المعراة من الأرض.

وتحرك كتل التربة أو الأحجار على الأراضي المزروعة يحطم النباتات القائمة وكثيراً ما تتحطم حتى الأشجار نتيجة تحرك الصخور الكبيرة النازحة عن المرتفعات عند تحركها إلى أسفل المرتفعات وهذا التأثير الميكانيكي يعتبر من أهم العوامل التي تحد من التوسع الزراعي في بعض المناطق ويمكن مشاهدة مثل هذه الظاهرة في الأراضي المتاخمة للهضبة الشرقية (**Colluvial soils**) وأن كانت بصورة غير خطيرة كما هو الحال في منطقة البساتين قرب المعادى بالقاهرة.

٤ – **التعرية وأثرها على ضياع الماء :**

يصحب التعرية أحياناً جريان الماء الساقط (**Runoff**) ونتيجة لذلك يضيع الماء الذي غالباً ما يكون هو مصدر الحياة الوحيد في المنطقة وحماية الأرض من الضياع نتيجة لفعل التعرية قد يعطل بطبعة تحرك الماء إلى أسفل بسرعة الأمر الذي يسمح بأن تتحرك المياه أو بعضها إلى أسفل فيفيد النباتات القائمة.

٥ ـ **التعرية بفعل الرياح وأثرها على الرطوبة :**

تهب على بعض الأراضي الرملية رياح شديدة تنزع الطبقة السطحية الجافة أحياناً فتعرض الطبقة الرملية للتبخير السريع نتيجة لإزاحة جزيئات بخار الماء من فوق سطح التربة لتعرض التربة إلى جو به رطوبة نسبية منخفضة تساعد على التبخير.

٦ ـ **تعرية التربة وصحة الإنسان:**

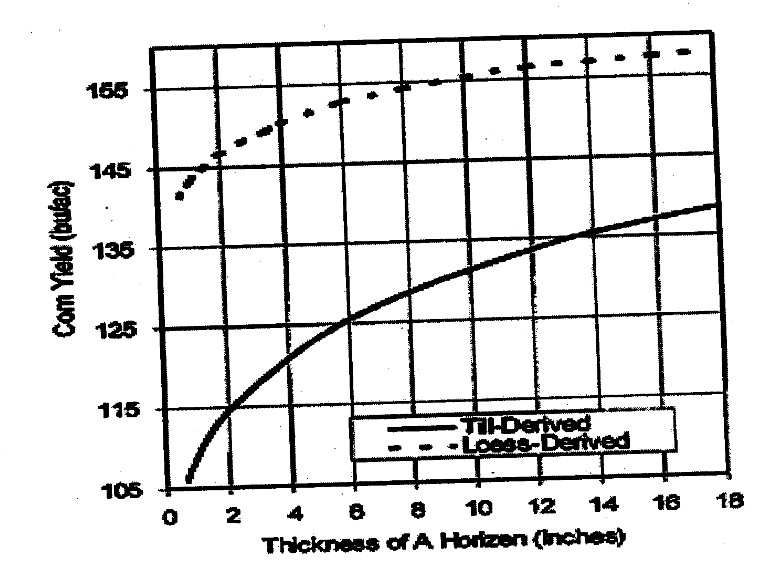
قد يكون للتعرية تأثير مضر على صحة الإنسان ففي المناطق المعرضة للتعرية يتركز الكالسيوم والفوسفور ومعادن أخرى في الطبقة السطحية من التربة وعندما تزال هذه الطبقة تنمو النباتات على الطبقة التحت سطحية الأقل محتوى من هذه العناصر.

بالإضافة إلى محصول المناطق المعرضة للتعرية غالباً يكون أقل من محصول الأراضى ذات القطاع الكامل (انظر شكل ١). وفي كلا الأمرين السابقين يحصل المزارع على كميات أقل من الغذاء بالإضافة إلى أن محتوى الطعام الناتج من العناصر الغذائية المعدنية يكون منخفضاً في حالة الأراضي المعرضة للتعرية مما يؤثر على صحة السكان المحليين.

٧ ـ **التعرية والحضارة:**

تعتبر عملية التعرية واحدة من أهم العمليات التى تتوقف عليها الحضارات وقد تؤدى عمليات تعرية التربة إلى ضياع الحضارات في بعض المناطق كما أنها قد تؤدى إلى خلق حضارات في أماكن أخرى فوادى النيل في مصر يعتبر خير مثال على ذلك. فازدهار الحضارة في مصر ناتج بالأساس لفعل الأمطار الساقطة على الهضبة الأفريقية وما ينتج عنها من فتات صخرى يكون الغرين الذى يحملة النيل ويرسبة على امتداد ضفتيه مكوناً واديه الخصب.

وما يقال عن وادى النيل يمكن قولة عن جميع وديان الأنهار في العالم.



شكل ١: يوضح العلاقة بين عمق القطاع (بوصة) ومحصول الذرة.

أسئلة

على الوحدة التعليمية الأولى

١- تكلم عن المفهوم الحديث الواقعي للصيانة ؟

٢- وضح علاقة صيانة التربة بغيرها من العلوم ؟

٣- اشرح مراحل تطور الدراسات الخاصة بالتعرية؟

٤- كيف تؤثر التعرية على خصوبة الأرض؟

٥- باستخدام شبكة المعلومات (**Inter net**)، اكتب عن أثر التعرية على مساحات الأراضي المنزرعة؟

٦- يصاحب التعرية تأثيرات مختلفة على كل من الزروع والمياه. وضح ذلك ؟

٧- كيف تؤثر التعرية على صحة الإنسان (حاول الاستعانة بمكتبة الكلية) ؟

٨- أكتب عن دور عمليات التعرية في قيام وانهيار الحضارات الإنسانية ؟

الوحــدة التعليمية الثانية

تدهور الأراضي
Soil Deterioration

الأهـــــداف :

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادراً علي أن:

١- يعرف التدهور بشكل صحيح.

٢- يصنف عمليات التدهور المختلفة.

٣- يتعرف على كيفية قياس ومقارنة عمليات التدهور وفقاً لمعايير صحيحة.

٤- يربط بين كل عملية تدهور ومسبباتها.

٥- يتفهم دور كل عملية من عمليات التدهور في التأثير على صفات التربة.

العنـــــاصر:

١- تعريف تدهور الأراضي.

٢- تقسيم عمليات تدهور التربة.

٣- قياس ومقارنة عمليات تدهور الأراضي.

٤- العوامل المسببة لتدهور الأراضي.

• تدهور الأراضي
Soil Deterioration

يعرّف الـFAO تدهور التربة بأنه "التغير الكمي أو النوعي في خواص وصفات التربة الذي يؤدي إلي انخفاض القدرة الحالية أو الكامنة لهـذه الأرض علي الإنتاج، وليس من الضروري أن يكون التدهور مستمراً بل قد يكون مؤقتاً، كما أنه حالة نسبية تقدر في إطار زمني".

والعمليات التي تؤدي إلي تدهور التربة ذات صفات ديناميكية غير ثابتـة وبالتالي تتغير صفات وخواص التربة. وتنقسم عمليات تدهور التربة إلي الأنواع الآتية (FAO) :

١ ــ النحر بالماء Water Erosion :

يشمل النحر الناتج عن اصطدام قطرات المـاء بسـطح الأرض وإزالـة الطبقة السطحية من التربة وتكون الأخاديد نتيجة السيول وتختلف أنـواع حركـة الكتل الأرضية مثل إنزلاق التربة Land slides وتدفقات الطين Mud flow .

٢ ــ الإنجراف بالرياح Wind Erosion :

يشمل إزالة وترسيب حبيبات التربة بواسطة قوة الرياح وآثار الاحتكـاك الناتجة عن انتقال هذه الحبيبات.

٣ ــ زيادة الأملاح Salinizations :

تشمل عمليتي تجمع الأملاح وزيادة الصودية بالتربة.

٤ ــ التدهور الكيميائي Chemical Deterioration :

يشمل عمليات طرد الكاتيونات من التربة مما يؤدى إلى حموضتها فـي المناطق الرطبة وتجمع السموم الناتجة عن زيادة ذوبان العناصـر السـامة فـي التربة.

٥ – **التدهور الطبيعي Physical Deterioration** :

يقصد به تغير ضار في خواص التربة الطبيعية مثل المسامية والنفاذية والكثافة الظاهرية وثبات البناء .

٦ – **التدهور الحيوي Biological Deterioration** :

يقصد به العمليات التي تزيد درجة معدنة الدبال.

ونلاحظ أن غدق التربة Water logging لم يدخل ضمن عمليات التدهور ولو أنه يحد من نمو النبات. فغدق التربة وتشبعها بالماء يسبب ويصاحب أنواع مختلفة من تدهور التربة مثل التدهور الطبيعي والكيميائي (الذي يسبب التسمم نتيجة لزيادة تركيز المنجنيز) أو زيادة تجمع الأملاح. وفي أحوال أخرى قد يكون الغدق نتيجة لتدهور التربة – وليس مسبباً له – كما يحدث عند انخفاض النفاذية فهو هنا نتيجة التدهور الطبيعي في التربة.

قياس ومقارنة عمليات التدهور:

بالرغم أن جميع عمليات تدهور الأراضى تؤدى إلى نقص إنتاجية الأراضى إلا أن كيفية حدوث هذا النقص تختلف كثيراً بإختلاف هذه العمليات فضلاً عن أن العلاقات الرقمية بين معدل عملية واحدة من عمليات التدهور والنقص الفعلي الناتج فى إنتاجية الأرض من هذه العملية غير واضحة ، وقد تختلف إلى حد ما من تربة إلى أخرى ولذلك كان من الصعب المقارنة المباشرة بين عمليات التدهور على أساس انخفاض إنتاجية الأرض ، ولذا يعبر عن تدهور الأراضى بوحدات تناسب كل عملية من عمليات هذا التدهور كما يلى :

- **انجراف أو نحر التربة بالماء** : مقدار التربة المفقودة بالطن للهكتار كل عام أو ملليمتر/سنه (وبفرض أن الكثافة الظاهرية ١,٥جم/سم٣ فإن:
- ١ طن/هكتار/سنه = ٠,٠٦ مليمتر/وكذا ١مم/سنه = ١٥,٠ طن/هكتار/سنه) .
- **انجراف وتعرية التربة بالرياح** : طن/هكتار/سنه أو مم/ سنه .
- **تجمع الأملاح** : ارتفاع التوصيل الكهربائي لمستخلص التربة عند درجة التشبع ديسى سيمنز/م/سنه (ملليموز/سم/سنه) عند درجة ٢٥°م .

• **الصودية** : ارتفاع النسبة المئوية للصوديوم المتبادل /السنه.

ويلاحظ تجمع الأملاح والصوديوم بطبقات التربة إلي عمق ٦٠ سم .

٧ – التدهور الكيميائي :

الحموضة : نقص النسبة المئوية للتشبع بالكاتيونات المتبادلة في العام أى :

$$\frac{\text{مجموع الكاتيونات المتبادلة}}{\text{السعة التبادلية الكاتيونية}} \times ١٠٠$$

• **السمية :** ارتفاع تركيز العناصر السامة بالجزء/مليون/سنه . ويلاحظ أن التدهور الكيميائي يصف تدهور الطبقة السطحية صفر – ٣٠ سم وذلك لنشاط هذه العوامل بالطبقة السطحية .

٨ – التدهور الطبيعي:

ارتفاع الكثافة الظاهرية جم/سم٣ أو انخفاض النفاذية سم/ساعة/سنه .

ويلاحظ أن التدهور الفيزيائى يصف الطبقة صفر – ٦٠ سم .

ولو أننا لا نستطيع مقارنة هذه القيم بعضها ببعض مباشرة فمن الممكن تقسيم كل عملية من عمليات التدهور إلى درجات يمكن اعتبار كل درجة منها مساوية تقريباً فى شدتها للدرجة المقابلة لها من شدة العمليات الأخرى .

وشكل (٢) يوضح أهم الظواهر المصاحبة لعمليات تدهور الأرض المختلفة وكذلك يشير إلى دور الأنشطة الإنسانية المختلفة فى تدهور التربة بشكل عام.

- **عمليات تدهور التربة**

Soil Deterioration Processes

١-عمليات تدهور طبيعية :

أ ــ تدهور بناء التربة يؤدى إلى:

ــ تضاغط التربة Compaction

ــ تكون قشرة على السطح Crusting

ــ انجراف معجل Accelerated erosion

ب ــ عدم التوازن بين نسبة الماء والهواء يؤدي إلى:

ــ غرق

ــ جفاف وعطش

جـ ــ اختلاف شديد فى درجات الحرارة يؤدي إلى:

ــ جليد مستمر

ــ حرارة أعلى من اللازم

٢-عمليات تدهور كيميائية يؤدي إلى:

أ ــ استنزاف الخصوبة

ب ــ الصودية

جـ ــ التحمض

هـ ــ التسمم (الومنيوم ــ منجنيز)

٣- عمليات تدهور حيوية يؤدي إلى:

أ ــ انخفاض المادة الحية Biomass

ب ــ انخفاض المادة العضوية

جـ ــ نتص نشاط الأحياء.

د ــ تغير فى العمليات الحيوية.

- **العوامل المسببة للتدهور:**

١- **نشاط زراعى:**

أ ــ تجريد الغابات

ب ــ جرف زائد فى وقت غير ملائم

جـ ــ زيادة استخدام الكيماويات

د ــ رعى جائر وزيادة عدد الحيوانات

٢- **نشاط صناعى:**

أ ــ أطلاق المخلفات السائلة والصلبة فى الأرض.

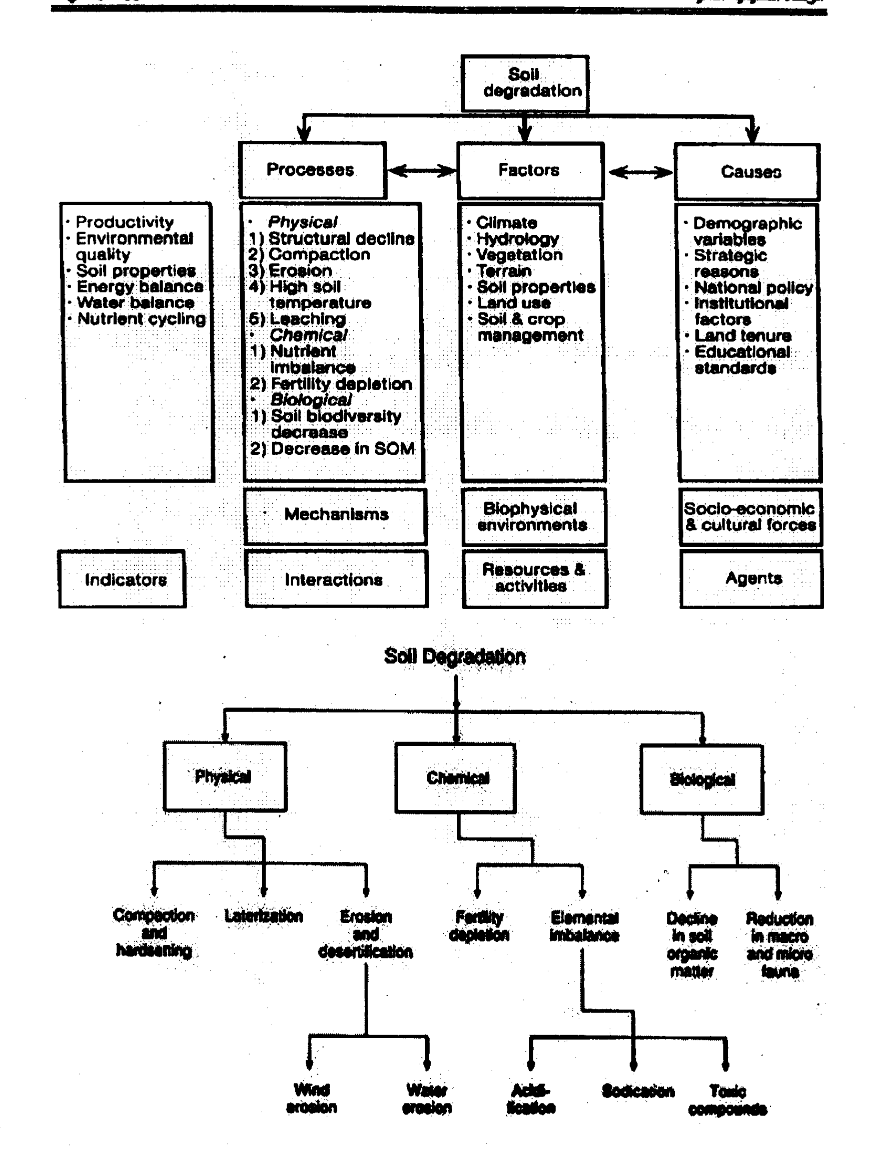
ب ــ الأمطار الحامضية

٣- **نشاط عضوى:**

أ ــ إضافات مخلفات المدن

ب ــ تحويل الأرض الزراعية إلى استخدامات غير زراعية.

- **(انظر الشكل ٢ المرفق صـــ ١٦)**



شكل ٢: يوضح عمليات تدهور الأراضي المختلفة ومسبباتها.

أسئلة

على الوحدة التعليمية الثانية

١- عرف تدهور الأراضي وفقاً لمنظمة الفاو؟

٢- في ما هي أهم العوامل المسببة لتدهور الأراضي؟

٣- هل يمكنك تقسيم عوامل التدهور المختلفة وفقاً لأسبابها. اشرح ذلك؟

٤- كيف يمكن قياس ومقارنة كل من أشكال وأنواع التدهور المختلفة ؟

٥- لماذا لا يعتبر غدق التربة عملية من عمليات التدهور؟

٦- لماذا لايمكن اعتبار انخفاض الإنتاجية معبراً عن مقدار تدهور التربة ؟

٧- أكتب فيما لايزيد عن ١٠ أسطر أهم ظواهر التدهور الموجودة في محافظتك والتي تلفت انتباهك باستمرار؟

الوحدة التعليمية الثالثة

ميكانيكية التعرية الجيولوجية والتعرية المحفزة (النشطة)

Geological and Accelerated Erosion

الأهـــــداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يكون الطالب قادراً على أن:

١- يعرف التعرية تعريفاً صحيحاً.

٢- يستطيع التفرقة بين مفهوم التعرية الجيولوجية والتعرية المحفزة .

٣- يدرك ماهى العوامل المسببة للتعرية الجيولوجية.

٤- يفرق بين الظواهر المميزة للتعرية الجيولوجية والمميزة للتعرية المحفزة.

العناصــــر:

١- مفهوم التعرية.

٢- التعرية الجيولوجية.

٣- التعرية المحفزة .

٤- العوامل المسببة للتعرية.

٥- الحدود المقبولة للتعرية.

• ميكانيكية التعرية الجيولوجية والتعرية المحفزة (النشطة)

Geological and accelerated Erosion

دائماً كان لعملية التعرية دورها البارز فى تشكيل سطح كوكب الأرض فسطح الأرض دائماً ما يتغير بإرتفاع الجبال ووجود الوديان المنخفضة المنحدرات فالتغيرات الفيزيائية الحادثة لسطح الأرض والتى نرى آثارها نراها اليوم ليست نتيجة لعوامل تآكل مفاجئة لكنها تغيرات لا نهائية حدثت عبر القرون ولآبد من أخذها فى الاعتبار.

التعرية (Erosion):

هي أبسط أشكال هذه التغيرات وهى الأســـاس فـــى تكـــوين الأراضـــى الرسوبية والصخور الثانوية وأنشطة الإنسان نادرا ما توقف أو تبطئ التعرية لكن غالبا ما تعمل على إسراعها. ونحن عادة نشـــير إلـــى " التعريـــة الجيولوجيـــة Geological Erosion " أو "التعرية الطبيعية" بأنها التعرية التى تحدث كنتيجـــة لقوى الطبيعة بدون تدخل من الإنسان.

أما " التعرية المحفزة " **Accelerated Erosion** نقصد بها التعريـــة التى تحدث نتيجة تدخل الإنسان وسوء إستخدام الموارد المتاحة فالرعى الجـــائر وحرق الغابات وسوء استخدام التربة يعجل من حدوث التعرية وإذا كانت ظروف الطقس والطبوغرافيا المسببة للتعرية الجيولوجية أسرع من المعتاد عندئذ تكـــون هذه الظروف مساعدة على حدوث تعرية محفزة أيضاً.

- **العوامل المسببة للتعرية : The agents of erosion**

التعرية هي عملية تمهيد وصقل لسطوح التلال والجبـــال والإرتفاعـــات الكبيرة للقشرة الأرضية حيث تحمل وتنقل وتغســـل لأســـفل بواســـطة الجاذبيـــة الأرضية والعوامل المساعدة الأساسية والتى تكسر وتفصل وتنقل هذة الأجزاء هى الرياح والماء.

١- الرياح : Wind

لا يتم بواسطتها مباشرة تعرية الصخور لكن تعمل أولا على تآكلها حتــى فى حالة الصخور الصلبة وينتج هذا التآكل من حبيبات رمل وجزيئات تربة مفتتة يتم حملها مع معلق التربة بواسطة الرياح وهذا يشبه فى حدوثة استخدام الصنفرة الرملية فى تنظيف أسطح المعادن أو المواد قبل طلائها.

٢- الماء : Water

هو أهم عوامل التعرية، فمياه الأمطار والأنهار والجداول تعمل على حمل التربة والأمواج كذلك تعمل على تآكل شواطئ البحار والبحيرات والماء بحركتــة المستمرة يعمل على تآكل ونحت حدود شواطئ البحار وضفاف الأنهار.

٣- التغيرات فى درجة الحرارة : Temperature Changes

عند دراسة التعرية الجيولوجية يكون عامل الزمن جديراً بالإهتمام فنجــد أن التغيرات الصغيرة والبطيئة تصبح هامة ومؤثرة بعد مرور فترة زمنية طويلة وأبسط مثال هو تعرية الصخور وتكسيرها بواسطة الأخــتلاف فــى درجــات الحرارة والتغيرات السريعة بين الليل والنهار تكون فقط فــى الطبقــة الســطحية للصخور بينما التغيرات التى تعود للإختلافات البطيئة بين الصيف والشتاء تكون أعمق وأوضح وتؤثر على باطن الصخور. كذلك عندما تشمل تغيرات درجــات الحرارة " التجميد" حيث يعتمد على طبقات المياه فى داخل الصخر نفسه مما يعمل على تشققها وتصدعها، فعندما تحتوى تغيرات درجات الحرارة على صقيع يزداد التمزيق بواسطة تمدد المياه فى الحفر والشقوق فالماء يتمدد ويــنكمش بالتجميــد والإنصهار مما ينتج عنه حركة دائمة للماء خلال المنحدرات.

٤- الأحياء : Biological

بعض التهدمات أو التدميرات التي تحدث بالفعل ربما تكون سببها الأحياء الدقيقة مثال فى الصخور والتأثير الرئيسى لها هو زيادة تحفيز العوامل الأخــرى تسحق الحيوانات بأقدامها الصخور وتعمل على تكسير سطح التربة وتجعلها أكثر

سهولة للنقل بعيداً بواسطة الرياح والأمطار . و" ديدان الأرض " و" النمل الأبيض " التى تفسد بناء التربة وتزيد من التهوية والتأكسد **Oxidation** وبذلك تعمـــل على إسراع عمليات تحويل الصخور المقاومة للتجوية إلى صخور سهلة التجوية.

- **التعرية المحفزة (التعرية النشطة) : Accelerated Erosion**

تعتبر الأنشطة الغير زراعية والتى تحفز عمليـــات التعريـــة ذات تـــأثير معنوى، فمثلا عند حفر الجبال لإستخراج الفحم والمعادن الخام الأولية فإننا نقـــوم بحفر ودق الصخور وبذلك يعمل ذلك على زيادة معدل التعرية للصخور المفتتة، والى جانب الأنشطة الزراعية تعمل على التآكل وزيادة معدل التعرية تكون هامة للغاية.

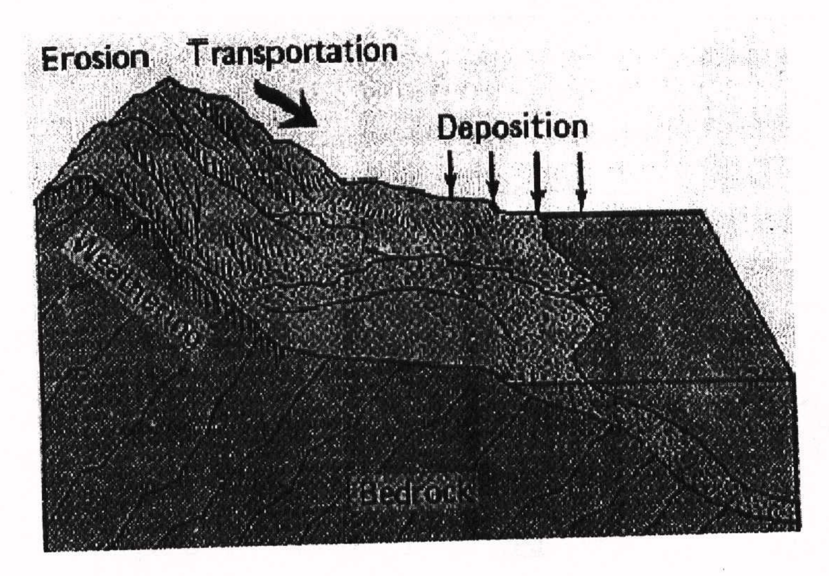
وعندما يكون الغطاء النباتى غير جيد ومنتظم والأرض تزال منها الغطاء النباتى فتصبح ألأرض مكشوفة وبها أشجار قليلة فلا تبطىء من الرياح وبالتـــالى تزداد التعرية بالرياح، الغطاء النباتى القليل لا يمتص الطاقة من المطر الســـاقط وبالتالى يكون هناك تعرية مائية أكبر.

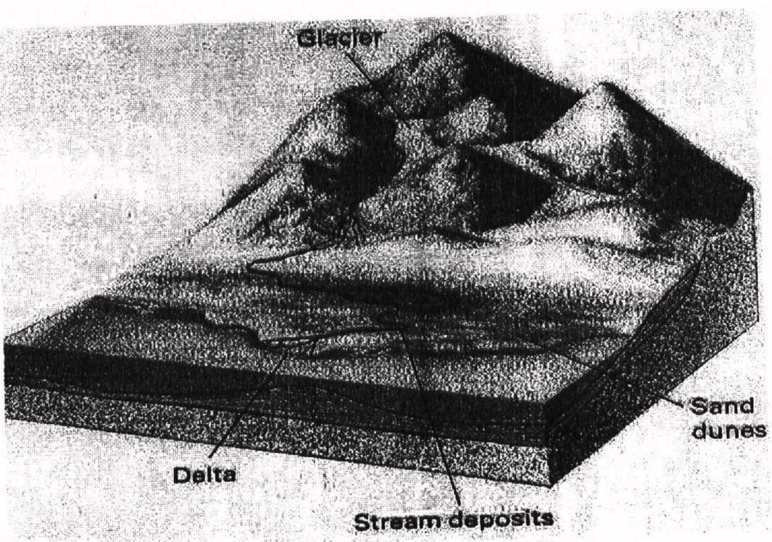
وعندما يكون هناك جريان سطحى كبير وهناك أنهار ومصادر مائية آتية بسرعة أندفاع شديد وبالتالى تزيد من معدل التعرية. كذلك الماشية يزداد ســـيرها على التربة وبالتالى يزداد أحتكاك أقدامها بالتربة العارية والصخور. وبواســـطة الحرث وعمليات الخدمة يعمل المزارع على إعاقة تهوية التربة بصورة أكبر من حفر الحيوانات.

- **الحدود المقبولة للتعرية : Acceptable Limits of Erosion**

ما هو الحد الفاصل بين التعرية الجيولوجية كظاهرة طبيعية وبين التعرية السريعة أو المحفزة التى يصنعها أو يتدخل فيها الإنسان كعملية مدمرة ؟!

من الصعب وضع هذا الحد الفاصل بين النوعين من التعرية والذى يحدد مدى قابلية هذا المدى من التعرية.





شكل٣: يوضح مراحل التعرية الجيولوجية.

والسؤال الآن ما هو مستوى التعرية الذى نقول عنده أن التعرية تحولت من الشيء مقبول إلى صورة غير مقبولة ولابد أن نتحكم ونتدخل فيها لتقليلها أو إيقافها ؟!

والإجابة أن هناك من يقومون بالمحافظة على أرض بمعنى أنهم يعملوا على عدم وجود صور من الإتلاف التتابع المتزايد للأرض، وهذا لابد إجرائة عندما يكون معدل فقد التربة أقل من معدل تكوين التربة وهناك لابد من التدخل السريع لمنع ذلك.

- معدل التكوين لا يمكن أن يتم قياسه بدقة تامة لكن أحسن تقدير علماء الأرض الذى يكون تحت ظروف مناسبة ليس فيها أضرابات وهذا يأخذ من ٣٠٠ إلى ١٠٠٠ عام لتكوين ٢٥ مم من التربة لكن عندما يكون معدل الأكسدة ومعدل الغسيل أسرع ما يمكن وذلك بواسطة حرث التربة هذا يجعل المدة تختصر إلى ١٠٠ عام.
- فى الولايات المتحدة ألأمريكية معدل التعرية تم قياسه منذ عدة أعوام وكان حد الأراضى المحتمل فقده هو ١١,٠٢طن/ هكتار/عام ، وهذا يكافئ معدل تكوين ٢٥ مم فى ٣٠ عام ومعدل الفقد يعتمد على ظروف التربة. فإذا كان القطاع يتكون من أراضى عميقة ومسمدة بنفس معدل التسميد فإن معدل الفقد يكون أقل.





شكل ٤: يوضح بعض مظاهر التعرية الجيولوجية.

أسئلة

على الوحدة التعليمية الثالثة

١- وضح مفهوم التعرية من وجهة نظرك ؟

٢- أذكر بعض الأمثلة للتعرية الجيولوجية ؟

٣- ماهي أهم العوامل المسببة للتعرية الجيولوجية ؟

٤- تكلم عن دور العوامل المختلفة في تنشيط وتحفيز عمليات التعرية ؟

٥- كيف يمكنك أن تميز في الواقع بين عمليات التعرية الجيولوجية والتعرية المحفزة ؟

٦- أذكر بعض الأمثلة للتعرية المحفزة؟

الوحدة التعليمية الرابعة

أشكال التعرية Forms of Soil Erosion

أولا: التعرية المائية

Water Erosion

الأهـــداف:

بعد الانتهاء من دراسة الوحدة السادسة يجب أن يكون الطالب قادراً على أن:

١- يدرك أسس التعرية بواسطة الماء.
٢- يقارن ويميز بين أشكال التعرية بالماء.
٣- يتعرف على بعض الظواهر المصاحبة للتعرية المائية.
٤- يتفهم مصادر وأشكال الطاقة اللازمة لعملية التعرية.
٥- يكون له القدرة على تفهم مراحل التعرية المائية.
٦- يدرك كيف تحدث الدورة المائية وأهميتها للمشتغلين بصيانة الأراضي.
٧- يعرف ماهومفهوم المعادلة المائية ، وأهميتها في التخطيط لصيانة الأراضي.
٨- يكون لديه معلومات عن خصائص المطر التي تسبب التعرية.
٩- يستوعب الطالب العوامل المؤثرة على عملية التسرب والترشيح.
١٠- يلم الطالب بأشكال جريان الماء وكذلك خصائص التربة التي تؤثر على التعرية المائية.

العناصـــــر:

١- أشكال التعرية المائية.

٢- أسس التعرية بواسطة الماء.

٣- أشكال التعرية بالماء.

٤- تقسيم التعرية بالقنوات.

٥- بعض الظواهر المصاحبة للتعرية المائية.

٦- مصادر وأشكال الطاقة اللازمة لعملية التعرية.

٧- أنواع الطاقة.

٨- الطاقة المستخدمة في التعرية.

٩- مراحل التعرية المائية.

١٠- أطراف الدورة المائية ومعادلتها.

١١- خصائص المطر المسبب للتعرية.

١٢- التسرب.

١٣- العوامل التي تؤثر على عملية التسرب والترشيح.

١٤- أشكال جريان الماء.

١٥- الظواهر المسئولة عن التركيزات المختلفة للمواد الكيماوية في ماء السيح.

١٦- العوامل التي تؤثر على خصائص السيح.

١٧- التنبؤ بمعدلات الجريان.

١٨- خصائص التربة التى تؤثر على التعرية المائية.

١٩- خصائص التربة التي تقلل قابليتها للنقل.

٢٠- خصائص التربة تقلل خطر الجريان السطحي.

• أشكال التعرية Forms Soil Erosion

أولا: التعرية المائية
Water Erosion

تتم التعرية المائية بواسطة الماء كعامل أساسي ولها عدة أشكال:

١) التعرية بالماء المتناثر .... Rain Splash

٢) التعرية الصفائحية (الغشاء المائي) ..... Sheet Erosion

٣) التعرية الداخلية ... Internal Erosion

٤) التعرية بالقنوات....... Channel Erosion وتشمل :

أ- التعرية بالجداول الصغيرة .... Rill erosion

ب-التعرية الأخدودية .... Gully Erosion

جـ- التعرية بالجداول .... Stream Erosion

• **أسس التعرية بواسطة الماء:**

مما سبق يتضح أن التعرية هي إزالة التربة من موضعها الأصلي وتشمل عمليتي:

أ ـ إزالة حبيبات التربة من جسم التربة (**عملية الفصل Detachment**)

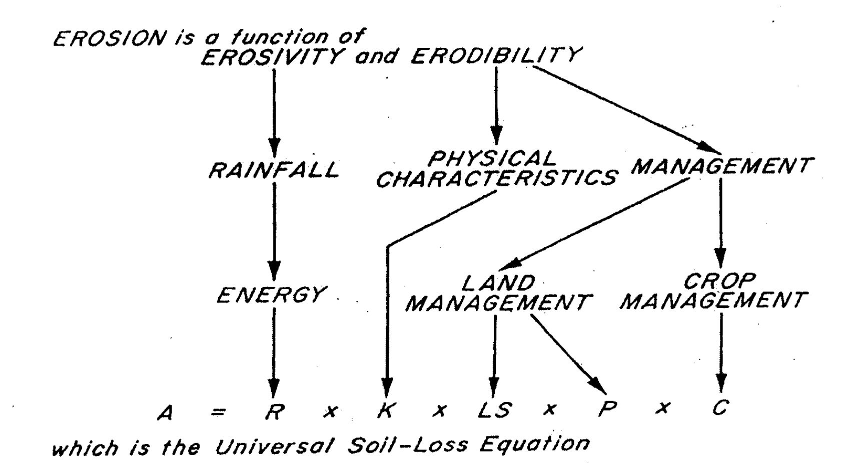
ب ـ نقل مكونات التربة المفصولة وإزالتها نهائيا. **(Transportation)**

وبالتالي يمكن تعريف **التعرية** على إنها "**هي العملية التي يتم فيها فصل ونقل مواد التربة بواسطة عوامل التعرية**" ويلاحظ أنة عملية النقل لابد أن يتم قبلها فصل ولكن ليس من الضروري حدوث النقل بعد كل عملية فصل.

وعموماً تعتبر التعرية نتاج عاملين أساسين هما **Erosivity** ويمكن تعريفة على أنة قدرة عامل التعرية على إحداثها **Erodibilty** وهى عبارة عن مقاومة التربة للتعرية.

ومن هنا يمكننا القول أن:

Erosion = F (Erosivity) (Erodibility)



The universal Soil Loss Equation (USLE):

$$A = R \times K \times LS \times P \times C$$

شكل ٥: يوضح استنتاج المعادلة الدولية لحساب الفقد من التربة نتيجة للتعرية المائية. حيث أن:

A = average annual loss in tons per acre.

R= rainfall erosivity index.

K = soil erodibility factor.

LS = topographic factor. L is slope length & S is for slope.

C = cropping factor.

P = conservation practice factor.

(راجع الموقع الآتي http:/topsoil.nserl.purdue.edu) للتعرف على كيفية التعامل مع تلك المعادلة وطرق قياس العوامل المختلفة.

* **التعبير عن كمية التربة المفصولة** ....ويعبر عنها بوزن أو حجم التربة المفصولة من وحدة المساحة (طن/فدان).
* **التعبير عن معدل الفصل** ...... ويعبر عنه بوزن أو حجم التربة المفصولة لوحدة المساحة بوحدة الزمن.
* **كمية النقل** .... ويعبر عنها بوزن أو حجم الجسم المتحرك خلال مسافة بوحدة المساحة (طن كم / فدان).
* **معدل النقل** ...... يعبر عنة وزن أو حجم الجسم المتحرك خلال مسافة بوحدة المساحة لوحدة الزمن.

• أشكال التعرية بالماء

١) التعرية بالماء المتناثر : Rain Splash

تعتبر قطرات الماء الساقطة هي أهم عامل فاصل عند حـدوث التعريـة المائية ويتلخص أثر الماء المتناثر فيما يلي : —

١) تعمل على انتزاع الحبيبات من تجمعات التربة.

٢) تكسير تجمعات وكتل التربة إلى تجمعات أصغر.

٣) يزيد تكسير قطرات المطر بزيادة قطر القطرة ولا يظهر أثر هذه الصورة إذا سقط الماء بصورة مائلة على الأرض أو وجود انحدار لسطح التربة.

٢) التعرية الصفائحية (الغطاء المائي): Sheet Erosion

يكون تأثير هذا النوع من التعرية متماثل على جميع سطح التربة حيـث تغطى التربة بطبقة قد تكون متماثلة السمك تقريباً ونادراً ما يحدث في الطبيعة إذ لابد من توافر تربة ناعمة ومنتظمة الانحدار التدريجي وليس بها قنوات سطحية، ويحدث فصل التربة عادة بواسطة ضربات قطرات المطر الساقطة وعند زيـادة الماء الساقطة يزيد سمك الغطاء المائي ويبدأ انسياب الماء حاملا معه طبقة رقيقة من التربة السطحية، وبتكرار هذه العملية يتم فقد جزء جديد من التربة وبتكـرار هذه العملية عدة مرات يمكن أن تفقد الطبقة السطحية للتربة وهذا الشـكل يعتبـر الأكثر انتشاراً بل من المحتمل الأكثر ضرار.

٣) التعرية الداخلية : Internal Erosion

قطرات المطر الساقطة على تربة عارية مـن الغطـاء النبـاتي تغسـل الحبيبات الناعمة من التربة لداخل المسام وشقوق الأرض مما يقلل مـن نفاذيـة التربة للماء والهواء وهى لا تسبب ضرر مستديم للأرض طالما أن التربـة لـم تزال من الحقل (**أى لم يحدث نقل**) وبتحسين البناء تعود التربة لحالتها الطبيعـة عند إجراء بعض العمليات الزراعية بفرض تحسين قوام التربة ونفاذيتها ولكن من

الناحية أخرى نجد أن تقليل نفاذية التربة الماء تزيد من كمية الجريان السطحي أى تزيد من عملية التعرية أى أن التعرية الداخلية تسبب ضرر للتربة بطريق غير مباشر.

٤) التعرية بالقنوات : Channel Erosion

تحدث هذه التعرية عند وجود الماء بصورة غير منتظمة على سطح الأرض حيث يتركز في بعض المناطق عن المناطق الأخرى مما يعطى للماء طاقة كافية لعملية الفصل والنقل ويلاحظ في هذه الحالة أن فصل الحبيبات يكون عن طريق تأثير الماء الجارى وليس راجعا لتأثير قطرات المطر.

ويمكن تقسيم التعرية بالقنوات للحالات الآتية:

أ ــ تعرية القنوات **Rill Erosion**

ب ــ التعرية الأخدودية **Gully Erosion**

جـ ــ التعرية بالجداول **Stream Erosion**

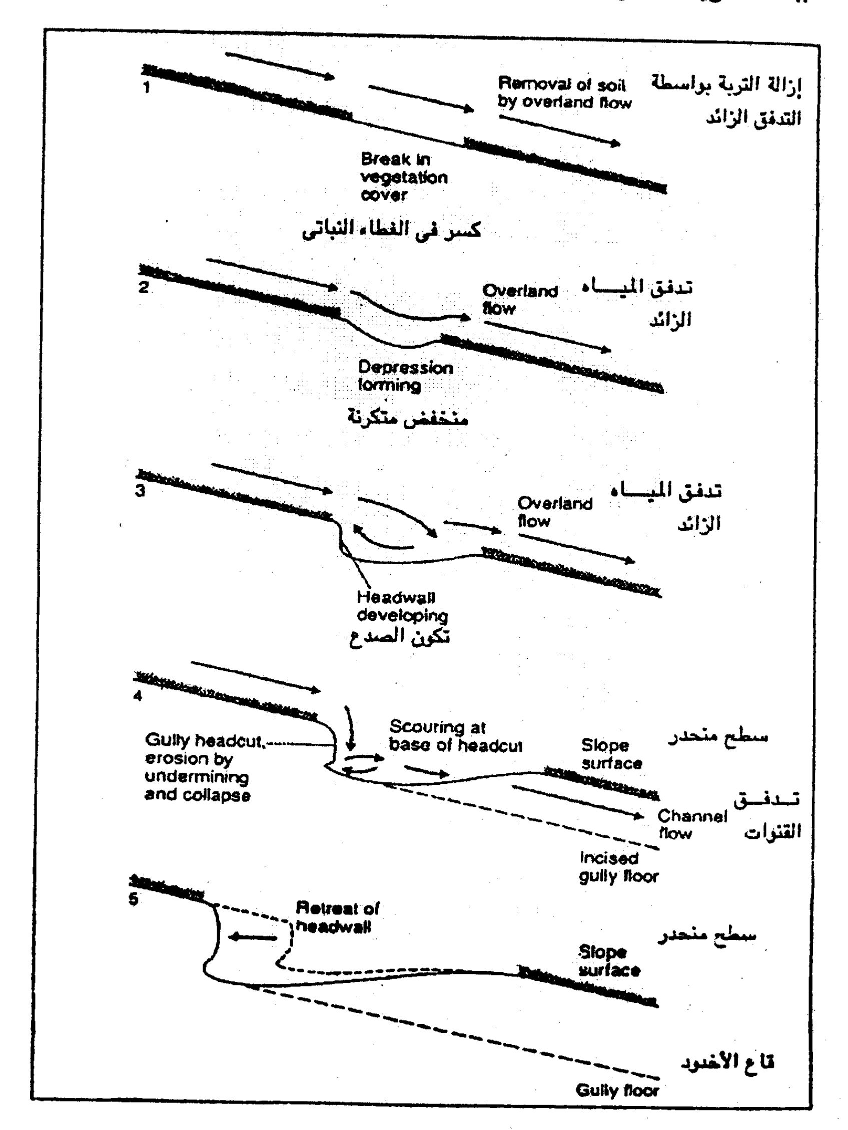
أ ــ التعرية بالقنوات الصغيرة : Rill erosion

وتعتبر التعرية بالقنوات، الصغيرة بداية للتعرية الأخدودية وتحدث عندما تمتلئ الفجوات الصغيرة على سطح التربة بالماء ويفيض على جنباتها فتشق المياه الجارية قنوات غير عميقة في المناطق الأقل صلابة من سطح التربة ويتحرك الماء لأسفل مع ميل الأرض وعند تلاقى هذه القنوات السطحية تتجمع في أخرى أكبر منها يطلق عليها أسم الجداول الصغيرة، ويمكن أيضاً حدوث هذا النوع من التعرية المائية بتحرك الماء لأسفل حاملا معه الحبيبات الدقيقة أو أثار العجلات أو اختلافات السطح الأخرى ولكن من السهل إعادتها لحالتها الأولى بالحرث العادي.

ب ــ التعرية الأخدودية Gully Erosion

هى تعرية قناتية عميقة بحيث بعدها لا يمكن تسوية الأرض بسهولة وتكون النتيجة وجود أخاديد عميقة بالأرض مما يعيق استخدامها وتحدث نتيجة

تجمع العديد من الجداول الصغيرة في وجود انحدارات كبيرة ويمكـــن القـــول أن مسببات التعرية الأخدودية يمكن حصرها فيما يلى:



شكل ٦: يوضح مراحل تطور التعرية المائية (القنوات).

أ – النحر الناتج عن القنوات الجارية.

ب – النحر الناتج عن مساقط المياه.

جـ – النحر الناتج عن المياه المتجمدة عند انصهارها فجأة.

جـ – التعرية بالجداول Stream Erosion

هى عبارة عن نقل مواد التربة على جوانب وقاع جداول مائية دائمة أو جداول مائية متقطعة نتيجة طاقة الماء الجارى ومن خلال هذه القنوات تنقل مواد التربة.

- **بعض الظواهر المصاحبة للتعرية المائية:**

١) حركة كتلة التربة : Mass Movement of Soil

هذه الحركة ليست نتيجة الطاقة الحركية للماء ولكن نتيجة للفعل المذيب للماء Lubricating. حيث تصبح الطبقة الطينية مشبعة بالماء وتسمح لكتلة التربة بالانزلاق لأسفل عند توافر الشروط الآتية : –

١) وجود انحدار ذو شدة عالية يسمح بانزلاق كتلة التربة.

٢) وجود طبقة قلية النفاذية بالتربة بعيدة بعض الشيء عن سطح الأرض.

٣) وجود ماء كافي في كتلة التربة لتشبيع الطبقة الواقعة فوق الطبقة الصماء.

٢) زحف التربة :. Surface Creep

هو عبارة عن حركة طبقة رقيقة نسبيا من التربة سمكها أقل من ٩٠ سم على مساحة كبيرة نوعا ما.

٣) مصاطب الماشية :. Cattle Terraces

وتحدث في مناطق الرعي، وهى شكل من أشكال حركة التربة والطاقة الضرورية للفصل والنقل تأتى من ثقل الماشية بالاشتراك مع انزلاق الأرض وزحف التربة فتتكون مصاطب أفقية ذات ميل بسيط على الأغلب عندما تكون الأرض مبتلة.

٤) **خسوف التربة :. Subsidence of Soil**

هو انخفاض مستوى سطح التربة بسبب تقلص الطبقة التحت السطحية وينشأ هذا التقلص للمادة العضوية الموجودة أسفل التربة نتيجة فقد الماء (بالصرف) أو بسبب أكسدة المادة العضوية ولا تعتبر هذه الظاهرة شكل من أشكال التعرية لأنها لا تتضمن حركة جانبية للتربة.

*** مصادر وأشكال الطاقة اللازمة لعملية التعرية**

لتعرية التربة يبذل شغل والشغل يلزم له طاقة لأن الشغل عادة يبذل ضد المقاومة ومصدر الطاقة في التعرية إما من:

١- الماء ٢- حركة الجامد.

٢ ـ الرياح ٤- الطاقة الحرارية أو من الجانبية الأرضية وحدها

عموما يمكن حصر مصدر الطاقة لجميع العوامل المسببة لعملية التعرية فيما يأتي:-

أ- الشمس **ب- الجاذبية الأرضية.**

جـ- دوران الأرض **د- الحركات الجيولوجية.**

*** أنواع الطاقة :**

يوجد نوعين من الطاقة :-

أ ـ **الطاقة الكامنة(طاقة الوضع)**: وتكون داخل الجسم المتحرك وتنشأ نتيجة وجود فرق في الارتفاع بين نقطة الأصل والنقطة التي يتحرك إليها الجسم(h) أوهى طاقة ناتجة عن موقع الجسم بالنسبة لجسم آخر.

ب ـ **طاقة الحركة** :. تنتج عن الحركة وتتناسب مع الكتلة المتحركة(m) ومربع السرعة(v) لها أى أن كتلة متحركة سواء كانت ماء أو هواء أو تربة لها طاقة حركة .

الطاقة الكامنة =	$E\,p = mgh$
طاقة الحركة =	$E\,k = 1/2\, mv^2$

حيث h الفرق في الارتفاع بين نقطة الأصل والنقطة التي يتحرك بها الجسم.

*** الطاقة المستخدمة في التعرية :-**

- التعرية بالغطاء المائي:

تنتج عن الطاقة الحركية للماء المتحركة نتيجة ضربات قطرات المطر والجريان السطحي، حركة كتلة التربة نتيجة الطاقة الكامنة الناتجة عن موقع التربة فوق النقطة التي تستطيع السقوط عليها ، أو التي يتم الانزلاق إليها . وكلا النوعين من الطاقة متعاونان لإحداث التعرية الأخدودية.

*** مراحل التعرية المائية :**

١) **عامل الفصل :** **Detaching agent**

أ- قطرات المطر الساقطة هي أهم عامل للفصل وكلما كان حجم القطرة أكبر كلما كان سقوطها أسرع وبالتالي طاقتها أكبر وتصبح أكثر كفاءة في فصل حبيبات التربة.

ب- انسياب الغطاء المائي. ليس من عوامل الفصل المهمة لأن سرعته محدودة لتزيد عن ٤٠٠ متر /الساعة . أي ١٠ سم في الثانية.

جـ - انسياب الماء على هيئة قناة له طاقة هائلة نظراً لسعته وكتلته بالإضافة لكتلة الحمولة التي يحملها من المواد المنقولة (حبيبات تربة - رمل - حجارة - قطع أشجار - جليد) ووجود هذه المواد يعمل على تركيز طاقة كبيرة في قطعة صغيرة.

د - ابتلال وجفاف التربة وما يتبعه من تمدد وانكماش الغرويات يحطم كتل التربة.

هـ - التجمد والذوبان يمهدان لتفكك التربة وجعلها أكثر قابلية للتعرية.

و - إثارة التربة بواسطة أدوات الحرث والعزيق والحيوانات يمهدان تفكك التربة ويعملان على زيادة التهوية فيسرعان من عمليات تحلل المادة العضوية مما يؤدى إلى تحطيم هذه المواد اللاحمة مما يعمل على تفكك التربة.

٢ ـ عامل النقل : Transporting Agent

أ ـ الماء الجاري وهو عامل التناقل الأكثر أهمية في تعرية التربة بواسطة الماء فتصل سرعة انسياب الماء في القنوات إلى ٦ كم/الساعة أو أكثر وحركة الماء في القناة تكون مضطربة مما يعمل على بقاء التربة عالقة في الماء. بالإضافة إلى حمولة القاع من الصخور والحجارة.

ب ـ في حالة الغطاء المائي .... حالة الانسياب المائي قليلة جداً والعمق قليل ولا تحدث اضطرابات.

سرعة ترسيب الحبيبات في تيار الماء يكون خاضعاً لقانون أستوكس:

نجد أن سرعة ترسيب الرمل ٤ سم/ ث ، السلت عند ٢سم/ دقيقة، بينما الطين قطر ٠,٠٠١ ملليمتر عند ١,٢٥ سم / ث في حين الطين الغروي أقل من ٠,٠٠٢ يبقى بشكل معلق في الماء بسبب الحركة البراونية.

الانسياب في حالة الغطاء المائي غير كافي لنقل التربة إلا في حالة وجود أمطار ساقطة حيث تعمل قطرة المطر على إثارة التربة فتبقى الحبيبات طافية على سطح الغطاء المائي.

- **تقدير خطر التعرية :**

لا يمكن أن تتجاوز كمية التربة المنقولة معدل الفصل لأن التربة المفصولة فقط هي التي يتم نقلها ويلاحظ ما يلي:

١ ـ تتناسب كمية التربة المفصولة مع قابلية التربة للفصل وقدرة العامل المسبب للفصل على تفكيك التربة.

٢ ـ معدل نقل التربة المفصولة يتناسب مع قابلية التربة للنقل وقدرة العامل الناقل.

٣ـ معدل التعرية يتناسب عكسياً مع المقاومة للغسيل والنقل الناتجان عن الطرق الطبيعية أو عن إجراءات مقاومة التعرية.

٤ـ ويلاحظ أن هذه النقاط عامة تأخذ في الاعتبار عند تقدير خطر التعرية ولا توجد معلومات كمية محدودة عن النقاط المذكورة.

٣ – عملية الترسيب: Sedimentation

هى العملية المتممة لعملية التعرية وتشمل ترسيب جميع مواد التربة المنقولة ويلاحظ أن المواد الخشنة ترسب على بعد مسافة قليلة بينما المواد الغروية تظل عالقة إلى أن ترسب بعد مسافات طويلة. إلا أنه إذا صادف تيار الماء المحتوى على غرويات تركيزات عالية من الأملاح كما في مياه البحار يظهر تأثير الالكتروليتات كعامل ترسيب أساسي للغرويات **(على سبيل المثال تكوين دلتا النيل).**

- **التأثيرات المختلفة لعملية الترسيب:-**

أ – تؤثر عملية الترسيب على عملية التعرية وتجعلها عملية متقطعة.

ب – عملية إنطمار الخزانات الواقعة على مجرى النهر أو الجدول نتيجة ترسيب المواد المنقولة قد يؤدى للفقد النهائي لهذه الخزانات ويصاحب ذلك خسارة اقتصادية كبيرة.

جـ – عملية الترسيب والفيضانات نتيجة ترسيب المواد الخشنة في قاع مجرى النهر يسبب عن ذلك ضيق للمجرى وعدم استيعابه للماء في حالة زيادة الجريان، وبالتالي ينساب الماء فوق الضفاف ويغمر الأرض المنخفضة ويحدث الفيضان المدمر ويعتمد أثر الترسيب على طبيعة الحمولة التي يحملها الماء وسرعة الترسيب وبصفة عامة الترسيب السريع يكون ضار أو الترسيب في المعدلات العادية يكون غالباً مفيد.

- **العوامل المؤثرة على تعرية التربة بواسطة المياه:**

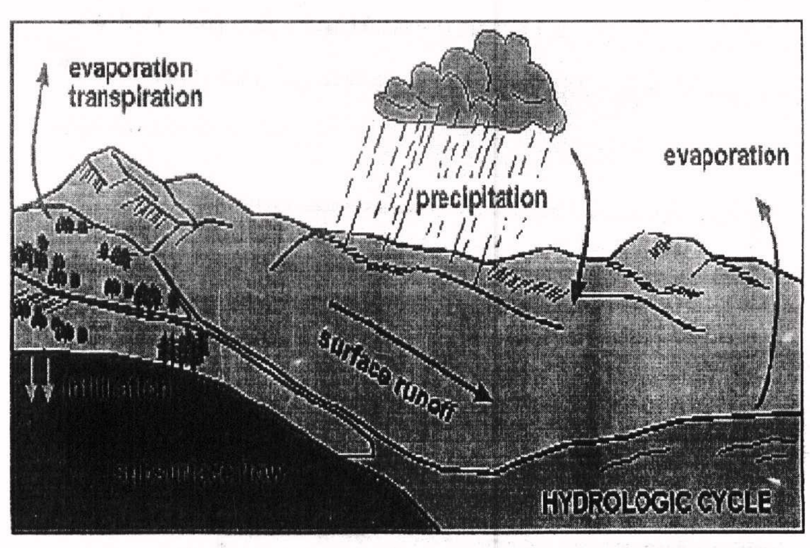
يلعب الماء أدواراً مختلفة في حدوث عملية التعرية ويلاحظ أن الماء هو العامل الرئيسي في عمليتي الفصل والنقل ولإتمام التعرية يجب أن يكون الماء في حالة حركة.

الحركة المستمرة للماء في الطبيعة من الغلاف الجوى إلى الأرض والمسطحات المائية وعودته للغلاف الجوى مرة أخرى تسمى بالدورة المائية.

- **أطراف الدورة المائية:**

إذا وجد ماء بكمية كافية في الجو يتكثف لقطرات أو يتجمد في شكل ثلج أو برد وينزل للأرض ويسمي تساقط **Precipitation** ويتم حجز جزء من هذا الماء نتيجة لاصطدامه بالنبات أو أي عوارض أخري قبل وصوله لسطح الأرض ودخول الماء لداخل الأرض يسمي التسرب (**Infiltration**) وحركته المستمرة داخل الأرض إلي أسفل يسمي بالترشيح (**Percolation**) وهذا يتحرك حتى يصل للماء الأرضي (**Ground water**).

الماء الذي يبقي علي السطح في البقع المنخفضة يسمي المخزون السطحي **Surface Storage** ، الماء السطحي قد ينساب أفقياً **Surface runoff** أو قد يعود جزء منه للجو كتبخير **Evaporation** أو جزء من الماء تمتصه النباتات فيخرج بعد ذلك كنتح **Transpiration** إذا كانت الظروف ملائمة وقد يضاف الماء الجوي للأرض عن طريق التكثيف والإدمصاص **Condensation** & **Adsorption**.



شكل ٧: يوضح أطراف الدورة المائية.

- **المعادلة المائية : Water Equation**

في دراسة تعرية التربة وصيانة الأراضي يهمنا كمية الأمطار والجريان السطحي لكونهما العاملين الأكثر أهمية في المعادلة المائية والفصل والنقل وهي تعبر عن العلاقة بين هاتين الظاهرتين والأطراف الأخرى للدورة المائية لفترة معلومة من الزمن ولكتلة معينة من التربة.

الماء المكتسب ــ الماء المفقود = الماء المخزون .

ــ مكونات المعادلة هي :

١ ــ ماء مكتسب ويشمل التساقط علي صورة (مطر ــ ثلج ــ برد ــ ضباب) ، والتكثيف علي صورة ندي علي النبات أو التكثيف علي التربة أو إدمصاص الماء مع سطح غرويات التربة.

٢ ــ ماء مفقود ويشمل (الجريان السطحي ــ ترشيح ــ تبخير ــ نتح)

٣ ــ الماء المخزون وهو عبارة عن التغير في محتوي رطوبة التربة ويكون بحجز الماء أو المخزون السطحي للماء ويلاحظ أن التسرب لأسفل ظهر في تعداد الماء المفقود لأن المعادلة تعود لكتلة معينة من التربة ويمثل التسرب السبب الرئيسي للتغير في محتوي رطوبة التربة خلال سقوط الأمطار ويمكن كتابة المعادلة بشكل آخر.

الماء المكتسب ــ الماء المخزون = الماء المفقود

التكثيف والإدمصاص والترشيح والتبخير والنتح كمياتها ضئيلة جداً في حين أن سقوط المطر والجريان السطحي والماء المخزون يمكن أن يصل لمعدلات كبيرة تصل إلي بضعة سنتيمترات / الساعة . لذلك يمكن إهمال العناصر السابقة فتصبح المعادلة كالآتي:

سقوط المطر ــ الماء المخزون = الجريان السطحي

هذا يبين أنه يمكن السيطرة علي الجريان السطحي بزيادة قابلية التسـرب للتربة وبواسطة الانخفاضات السطحية وغطاء كثيف من النباتات ومخلفات النباتات أيضاً مع ملاحظة أن هذه العوامل تؤدي إلى التسرب العالي **Infiltration Rate**.

دراسة خصائص عامل التعرية المائية (Erosivity)

التساقط .... Precipitation

تعني كلمة التساقط: المطر ـــ الثلج ـــ الضباب ـــ البرد.

والضباب يعتبر من التساقط إذا لامس سطح الأرض أو النبات حيث يحدث أنه يضاف لرطوبة التربة أو أنه يساق مع الريح أو يتبخر قبل أن يضيف رطوبته علي الأرض . والضباب يشبه المطر إلا أن قطيرة الماء صغيرة جداً وثقلها خفيف لا نستطيع أن تسقط لأسفل وعند وجود نسبة هواء خفيفة تؤدي لمرور الضباب بالأشجار والنباتات الأخرى نجد أن الأغصان والأوراق تستطيع تجميع بعض قطرات الماء . وإذا جمعت كمية كافية من هذه المياه يسقط جزء منها لأسفل وتسمي تنقيط الضباب **Fog drip** وكما سبق الذكر فإن المطر فقط هو الذي له أهمية مباشرة رئيسية في حدوث التعرية . أيضاً تحت بعض الظروف قد يكون ذوبان الثلوج مسئول عن أضرار التعرية الشديدة.

- **خصائص المطر المسبب للتعرية:**

تؤخذ الصفات التالية في الاعتبار عند التحدث عن خصائص المطر المسبب للتعرية :

١ ـــ الشدة (معدل سقوط المطر في الساعة). ٢ ـــ مدة سقوط المطر.
٣ ـــ الكمية الكلية للمطر. ٤ ـــ حجم وشكل قطرات المطر.
٥ ـــ الطاقة الحركية للمطر. ٦ ـــ التوزيع الموسمي للأمطار.

الطاقة الرئيسية لتفكيك التربة تحدث من ارتطام قطرات المطر بالتربة والعامل البارز في نقل التربة هو جريان الماء **(Runoff)** والعامل الأكثر أهمية في جريان الماء هو الكمية الكلية لسقوط المطر خلال العاصفة.

(١) شدة سقوط المطر:

يعبر عن شدة سقوط المطر بكمية المطر الساقط بالمليمتر /الساعة أو لكل دقيقة . **وتقسم الأمطار تبعاً لذلك إلي :**

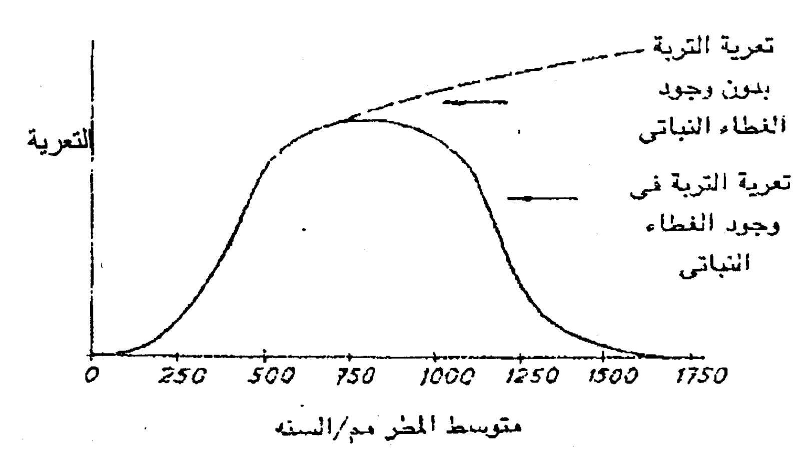
١ ــ أمطار خفيفة أقل من ٦,٢٥ ملليمتر /ساعة.
٢ ــ أمطار متوسطة من ٦,٢٥ ــ ١٢,٧ ملليمتر /ساعة.
٣ ــ أمطار ثقيلة من ١٢,٧ ــ ٥٠,٨ ملليمتر / ساعة.٤ ــ أمطار غزيرة أكبر من ٥٠,٨ ملليمتر /ساعة.

(٢) مدة السقوط :

تختلف مدة السقوط اختلافاً كبيراً وتحسب مدة السقوط منذ بدأ نزول المطر حتى فترة خالية من الأمطار تستغرق ساعة واحدة.

٣) الكمية الكلية للمطر:

ويلاحظ أنه إذا كانت كمية الأمطار في لحظة معينة أقل من ٠,٢٥ ملليمتر/الساعة سواقط كلية تعتبر هذه الفترة خالية من الأمطار وتنسب كمية المطر الساقطة علي منطقة بالملليمتر إما لمرة واحدة تسمي (رخه واحدة) أو إلي فترة زمنية معينة يوم أو شهر أو موسم . كمية سقوط المطر علي مساحة معينة هي حجم الماء الساقط بالملليمترات.



شكل ٨: يوضح العلاقة بين الكمية الكلية للمطر (مم/السنة) وشدة التعرية.

(٤)حجم قطرات المطر:

يختلف من أحجام صغيرة جداً كما في الضباب ويصل لحد أقصي مقدار حوالي ٧ملليمتر.

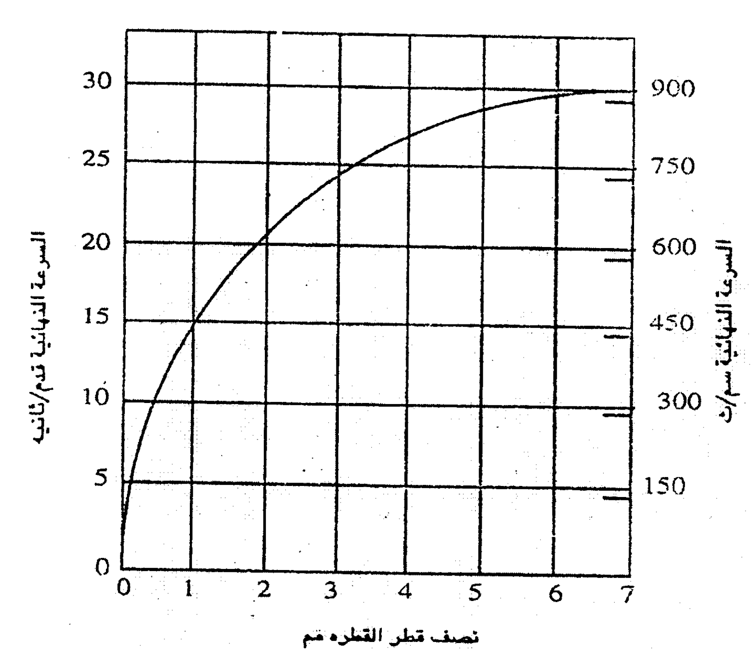
كلما زاد معدل سقوط المطر زاد متوسط قطر القطرة بالملليمتر، وسرعة السقوط تتحدد بالجاذبية الأرضية ومقاومة الهواء والرياح.

إذا كان الهواء ساكناً نجد أن الجاذبية الأرضية ستؤثر بصورة متساوية علي جميع القطرات لجميع الحجوم ولكن مقاومة الهواء سوف تكون أكبر لكل وحدة كتلة من الماء لذلك نجد أن القطرات الصغيرة تكون مقاومة الهواء لها اكبر (لكبر سطحها النوعي).

قطر بالملليمتر	١,٢٥	١,٥	٢	٣	٤	٥	٦
سرعة القطرة بالمتر/ث	٤,٨٥	٥,٥١	٦,٥٨	٨,٦٠	٨,٨٦	٩,٢٥	٩,٣٠

هذه البيانات تظهر أن معدل الزيادة بالسرعة يزيد بزيادة حجم القطرات هذا راجع لشكل القطرة نفسها، إذ غالباً ما تكون قطرات المطر الصغيرة كروية جداً بسبب الشد السطحي أما القطرات الأكبر تكون مفلطحة أو بيضاوية مع سطح مستوي في الجهة السفلي هذا الشكل يسبب مقاومة كبيرة للهواء . نتيجة لهذه المقاومة تتكسر قطرات المطر الكبيرة هذا هو السبب في عدم وجود قطرات ماء أكبر من ٧ملليمتر.

الرياح تعتبر عامل آخر محدد لسرعة سقوط القطرات حيث نجد أن في الهواء الساكن السرعة القصوى للقطرات تصل لحوالي ٣٢كم/الساعة. وسرعة الرياح تكون أكبر من هذا بكثير إلا أن حركته تكون متعامدة مع حركة المطر لذا هذان العاملان لا يمكن جمعها لإعطاء السرعة النهائية. ويجب ملاحظة أن الرياح القوية يمكن أن تضاف للسرعة التي تضرب بها قطرات المياه الأرض.



شكل ٩: يوضح العلاقة بين نصف قطر القطرة (مم) وسرعة سقوطها.

(٥) <u>الطاقة الحركية للمطر:</u>

هذه الطاقة هي السبب الرئيسي لتحطيم وتفكيك الطبقة السطحية للتربة ومن الممكن الافتراض أن الطاقة الحركية للمطر يمكن حسابها من المعادلة الآتية:

$$E_k = \frac{1}{2} M V^2$$

حيث M كتلة الجسم المتحرك (جم) & V سرعته سم/ث.

وبما أن قطرات المطر تسقط بأحجام متباينة في كل مرة لذا فإنها تسقط بسرعات مختلفة وتختلف معها الطاقة الحركية للمطر. لذا حساب هذه الطاقة عملية صعبة جداً في المطر الساقط طبيعياً.

ولكي نترجم الطاقة الحركية للمطر الساقط لطاقة مفككة للتربة يجب أخذ الشكل والحجم للقطرات في الاعتبار حيث إن:

١- حجم القطرة يحدد كمية الشد السطحي الذي يبقي علي سطح القطرة عند ارتطامها بالأرض والقطرات الصغيرة نوعاً أكثر صلابة من القطرات الأكبر

٢- الشكل المسطح للجهة السفلية من القطرات الأكبر حجماً يسبب وجود نسبة أكبر من الماء ترتطم بالأرض دفعة واحدة.

(٦) أهمية التوزيع الموسمي للمطر:

يحدد التوزيع الموسمي للمطر بشكل كبير إذا كانت الكمية الموسمية من المطر سوف تسبب خطر كبير علي التعرية أم لا. وهذا يعتمد علي كمية الغطاء الأرضي الموجود في فترة سقوط المطر. ويلاحظ أن حرث الأرض والعزيق خلال فترة المطر وكون التربة مفككة وغير محمية بمخلفات المحاصيل يسبب أضرار كبيرة.

الشكل يوضح العلاقة بين شدة سقوط المطر والطاقة الحركية، وحسبت الطاقة الحركية بناءاً علي توزيع حجم القطرات وسرعة نزول القطرات لكل شدة عاصفة مطرية. ويمكن الحصول علي علاقة جيدة بين خصائص سقوط المطر والتعرية الناتجة من أرض بور عند جميع التغيرات الأربعة في معادلة الانحدار.

١ ـ طاقة الأمطار الساقطة.

٢ ـ ميعاد الأمطار الساقطة.

٣ ـ تأثير ميعاد قياس التأثير المتبادل لطاقة العاصفة وأقصي شدة مستمرة.

٤ ـ طاقة الأمطار السابقة المتجمعة منذ آخر حرث للتربة.

قياس التساقط :

بصفة عامة يقاس صفتان أساسيتان للتساقط هما:

١ ـ الكمية الكلية ٢ ـ الكثافة (شدة سقوط المطر)

ويلزم لقياس الكمية الكلية وعاء مجهز بفتحة أفقية ذات مساحة معينة. ويمكن كذلك استخدام مقياس المطر المسجلة في إيجاد شدة سقوط المطر بالإضافة للكمية (**أنظر العملي**).

دخول الماء للتربة والترشيح: Infiltration & Percolation

التسرب: Infiltration

هو عبارة عن دخول ماء المطر إلي داخل التربة.

الترشيح العميق: Percolation

هو حركة الماء السائل إلى أسفل ويكون تحت منطقة الجذور الطبيعية للنبات.

سعة التسرب : Infiltration Capacity

وسعة التسرب هي أقصي سرعة يستطيع عندها الماء الدخول للتربة في لحظة معلومة.

التسرب الجانبي : Lateral Seepage

والتسرب الجانبي هو حركة الماء في الاتجاه الأفقي وينتج عن النفاذية غير المتجانسة لطبقات التربة المختلفة فيبدأ الماء في التحرك للجوانب.

- **العوامل المؤثرة علي عملية التسرب والترشيح:**

تحدد معدلات التسرب بالآتي:

١ ـ معدلات قابلية التربة لتسرب الماء.

٢ ـ قدرة التربة علي الاحتفاظ به.

٣ ـ خصائص التربة التي تحدد قابلية التسرب من خلالها وهي البناء وهو نتيجة القوام والمحتوي الرطوبي والمسامية :

ويهمنا خلال عملية التسرب والترشيح الآتي:

١ ـ المسامية :

أ ـ تأثير حجم المسام : تتحدد السرعة التي يدخل بها الماء للتربة بحجم وترتيب المسام الكبيرة (مسام الصرف)، وكما نعلم فإن هذه المسام تسمي بمسام التهوية **Aeration Porosity** ولأن هذه المسام لها أقطار كبيرة فإنها تسمح بصرف الماء بسرعة لذا تساعد علي تهوية التربة. ويطلق علي الأراضي المحتوية علي مسام بهذا الشكل الأراضي ذات المسام الغير

شعرية، وتوجد هذه المسام تحت ظروف القوام الخشن أو نتيجة لوجود تجمعات التربة

ب ــ **ثبات المسام:** يمكن المحافظة علي معدلات التسرب إذا ما كانت المسامية الأساسية للتربة ثابتة خلال فترة سقوط المطر كلها أما في الأراضي التي تتفرق بسرعة سوف تملأ حبيبات التربة المتفرقة الفراغات البينية مما يؤدي لانخفاض معدل التسرب الأصلي بسرعة ، أما الأراضي التي لها تجمعات ثابتة سوف تحافظ علي قابليتها لدخول الماء بصورة أفضل بكثير.

<u>٢ ــ أثر المحتوي الرطوبي:</u>

الأرض ذات المحتوي الرطوبي المنخفض إلي المتوسط هي الأراضي التي لها قابلية كبيرة لدخول الماء إليها أما الأراضي الجافة جداً والتي ليس بها تشققات لا تمتص الماء بسرعة لأنها في هذه الحالة لا تبتل بسرعة والأراضي ذات المسام المملوءة بالماء لاتستطيع استيعاب ماء كثير لذلك فقابلية دخول الماء إليها منخفضة جداً .

<u>٣ ــ قطاع التربة:</u>

كما نعلم فإن التربة في الغالب قطاعها يكون غير متجانس الطبقات لذلك خصائص قطاع التربة لها أهمية كبيرة في معدل دخول الماء للتربة.

- **<u>قياس معدلات دخول الماء للتربة والترشيح:</u>**

يمكن إيجاد معدلات دخول الماء تحت الظروف الطبيعية بقياس الأمطار الساقطة والماء الجاري وتقدير العوامل الأخرى للدورة المائية ولقد قيست معدلات التصرف من صفر إلي ٥٢,٤ سم/الساعة وأعلي قابلية تكون عادة في بداية المطر وتقل تدريجياً بعد ذلك.

ولحساب دخول الماء والترشيح لابد من تحديد منطقة معينة ــ عمل قناة صناعية لقياس الماء الجاري ــ قياس المطر بدقة.

في بعض الطرق تستخدم رشاشات وتجري تجارب أحواض علي المناطق المختلفة لقياس معدلات التسرب والترشيح (**أنظر الجزء العملي**).

• جريان الماء Runoff

• أشكاله :

١	الجريان السطحى	Surface run off
٢	الجريان الصفائحى	Sheet flow
٣	الجريان تحت السطح	Subsurface run off
٤	جريان الماء الأرضى	Ground water flow
٥	انسياب المجرى أو القناة	Stream flow

١- الجريان السطحى : هو جريان الماء فوق سطح الأرض ويسبب فقد جسم التربة نفسه وكذلك أثره كبير في تخريب بناء التربة وفقد العناصر الغذائية الميسرة مما يؤدى لفقد الخصوبة.

٢- الجريان الصفائحى : جريان الماء مباشرة فوق سطح الأرض ويعد أهم عنصر للماء الجارى مسبب للتعرية حيث أنه عامل ناقل لجسيمات التربة المنفصلة من مساحات واسعة.

٣- الجريان تحت السطحى : يحدث نتيجة اصطدام الماء بعد دخولة بطبقة متماسكة ثم يسير مع انحدار الأرض ويمكن أن يظهر بعد ذلك على سطح الأرض.

٤ - جريان الماء الأرضى : يدخل الماء للتربة ويرشح لأسفل إلى أن يصل للماء الأرضى، هذا الماء يغذى الينابيع أو يستمر في الحركة الأفقية لمستوى الماء الأرضى.

٥- انسياب المجرى : وهو ماء جارى في قناة محددة دائمة أو متقطعة أو في حوض نهر أو في أخدود ولا توجد حدود واضحة للفصل بينة وبين الجريان السطحي ربما يسبب انسياب المجرى تعرية شديدة ولكن في مساحة صغيرة نسبياً.

● **خواص الجريان السطحي :**

١- **الكمية :** تنسب كمية الجريان السطحي لعاصفة مطرية واحدة أو فترة زمنية محددة مثل السنة ويمكن التعبير عن كميات الماء بالملليمتر لفترة معلومة كما سبق التعبير في تسجيل كميات المطر.

٢ ـ **معدلات الجريان :** توجد علاقة واضحة ومؤكدة بين معدل الجريان والتعرية ومعدل جريان الماء خلال أي عاصفة مطرية يتغير باستمرار وبشدة. وفي أي منطقة معرضة للأمطار نجد أن ذروة الماء الجاري تتبع ذروة المطر المنتج لهذا الجريان ببضع دقائق، نلاحظ أن المعدلات الأعلى للجريان هي الأكثر تسبباً في التعرية، فإننا نعنى بذروة الماء الجاري أن المجارى المائية والمصاطب وإنشاءات السيطرة على التعرية (**القناطر ـ السدود**) صممت على أساس الكمية من الماء الموجود عند الذروة، بينما المعدلات المتوسطة أهميتها ضئيلة جداً. عموماً يتناقص الجريان في إتجاه نهاية العاصفة وما بعدها، وقد يستمر لفترة طويلة عند نفس المعدلات المنخفضة وخلال هذه الفترة لا تحدث تعرية بل العكس هو الواقع إذ يتم ترسيب التربة بسبب القابلية القليلة للماء الجارى للنقل.

٢ـ **سرعة الجريان :** لا توجد معلومات دقيقة متوفرة عن سرعة الإنسياب فوق سطح الأرض ونادراً ما تزيد السرعة عن ٠,٨ كم / الساعة، جريان الجداول يكون أسرع من ذلك بكثير يتجاوز ١٦ كم / الساعة وتعتبر السرعة عنصر مهم لطاقة الماء الجارفة لذلك يجب أن يؤخذ هذا العامل في الإعتبار.

٣ـ **اضطراب المجرى :** إذ انسابت كميات كبيرة من الماء بسرعة فوق أرض غير مستوية تحدث حركة إرتجاجية تسبب طاقة جارفة كبيرة.

٤ـ **الطاقة الجارفة :** يعتبر جريان الماء عامل مفكك وعامل ناقل في نفس الوقت والطاقة الجارفة تنشأ بفعل معدل الانسياب والسرعة، والحمولة من الرمل والحجارة تساعد على تفكيك التربة وفصلها ولكنها في نفس الوقت تقلل من كمية

التربة الإضافية التي يمكن حملها في نفس المجرى إذ أن لكل مجرى كمية قصوى من الحمولة عند معدل جريان وسرعة معلومتين.

- **<u>تركيب ماء الجريان السطحي :</u>**

ماء الجريان يحمل معه دائماً مادة عالقة (**حبيبات دقيقة**) ومادة ذائبة (**أملاح ذائبة**) بالإضافة لحمولة القاع **Bod Load**.

> **عند حساب كمية التربة المفقودة من حقل معين**
> **= تركيز التربة في الماء × كمية الماء الجارية**

وهذا يتم بأخذ عينات وتبخيرها حتى الجفاف وحساب المياه من التربة ويتضمن في هذه الحالة المواد الصلبة بالإضافة للمواد الذائبة في مياه الجريان، وهذا التقدير عملية بسيطة ويعطى مدلول لفقد جسم التربة وليس كمدلول لخطر التعرية (**الشكل المرفق يوضح بعض الأحواض المستخدمة في تقدير فقد التربة**).

- **<u>الظواهر المسئولة عن التركيزات المختلفة للمواد الكيماوية في ماء السيح :</u>**

- إذا سقطت الأمطار الشديدة على حقل غير محمى فمن الضرورى أن يحتوى ماء السيح معلق للتربة في الماء، بما أن ماء المطر يحتوى على تركيزات منخفضة من مواد كيماوية فإن سيحا كهذا سوف يختلف قليلاً عن معلق التربة في ماء مقطر.
- المياه المحمولة في الجريان السطحى تحتوى في الأغلب على جسيمات التربة الأنعم ذات القيمة الكبيرة للتربة.
- هذه الحبيبات تحمل معها الأحياء الدقيقة للتربة والأيونات الموجبة القابلة للتبادل كذلك الفوسفور المدمص، وإذا حدث الجريان بسرعة بعد ابتداء المطر فإن الأملاح الذائبة خاصة المتجمعة على السطح خلال الفترة الجافة قد تغسل قبل أن تتحرك داخل سطح التربة.

- بصفة عامة القول أن ماء الجريان السطحى النموذجى يحتوى على جسيمات التربة الأصلية خاصة الطين والمادة العضوية ويحتوى على تركيزات عالية من النيتروجين الكلى والفسفور المدمص ولكن احتواءه على الأملاح الذائبة يكون منخفضاً.
- أما ماء الترشيح يحتوى على تركيزات عالية نسبياً من الأمــلاح ولا يحتــوى على المادة العضوية والفوسفور والغرويات أو يحتوى عليها بكميات قليلة لأن الفوسفور غير متحرك.
- التسرب تحت السطحي Sub-surface seepage قد يكون تركيزه عالي فــي الأملاح الذائبة وبعض الغرويات العضوية ويختلف تركيــب مــاء الجريــان محتواه عالي جداً من التربة المفصولة وبزيادة جريان الماء المتــدفق يزيــد تركيز التربة حتى قبل الوصول للذروة أو بعدئذ يتنــاقص تــدريجياً حتــى الصفر.

<u>* العوامل المؤثرة على خصائص السيح :</u>

سبق أن ذكرنا أن معدل وكمية السيح يعتمدان على مكونات عديدة أخرى للدورة المائية وبعض هذه المكونات يعتمد على عوامل بيئية أخرى أهمها (سقوط المطر ــ الكمية ــ المعدل ــ التوزيع بالنسبة للمكان والزمان ودرجة الحــرارة)، كذلك التربة ونوعها وطبقاتها ــ التضاريس ــ حجم المنطقة والغطــاء النبــاتى المكون وهل هو طبيعى أم مزروع وإدارة الأرض ــ أعمال الحــرث والعزيــق .... الخ وتأثير هذه العوامل مؤقت وأن كانت جميعها معلومة إذ لا يمكــن حساب الجريان الناتج إلا بصورة تقريبية جداً.

<u>* التنبؤ بمعدلات الجريان :</u>

التنبؤ الدقيق بمعدلات وكميات الجريان غير ممكن عملياً بسبب العوامــل الكثيرة التي تؤثر على هذه المعدلات والكميات ولكن من الضرورى تقدير أقصى معدل للجريان يمكن توقعه بالمرور من نقطة معلومة يســمى (Water Shed) "لها مدخل ومخرج".

ـ بدون هذه المعلومات سوف يكون من غير الممكن إيجاد الحجوم الكافية لمجارى المياه المعشبة والمصاطب وقنوات التحويل والهدارات والجسور وغيرها بحيث أن أي جريان يحدث في المستقبل لابد أن يكون أقل من أقصى معدل محسوب. وغالباً تستخدم طريقتان لهذا الغرض:

أ ـ الطريقة المنطقية : Rational Method

تستخدم هذه الطريقة للمساحات الواسعة نسبياً تؤخذ في الاعتبار أكبر كمية جريان سطحي في وقت معين يسمى وقت التركيز **(Time of Concentration)** "وقت الذروة" وهى الفترة المطلوبة للجريان السطحي لكي ينساب من أبعد جزء من المنطقة المتأثرة إلى مخرجها Out let، هذا المصطلح "وقت الذروة" يدل فقط على الحالات التي يكون فيها معدل سقوط المطر أكبر من قابلية التسرب في المنطقة.

والمعادلة المستخدمة لحساب ذروة الجريان بالطريقة المنطقية هي :

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

حيث " Q " معدل ذروة الجريان المتوقع من عواصف مطرية لمدة عودة معلومة (لابد أن تكون منتظمة) بالأمتار المكعبة في الثانية، " C " معامل الجريان وهو نسبة لا تميز ويختلف في الأراضي الخشنة القوام عن الأراضي الثقيلة القوام. ففي الأراضي الخشنة القوام يصل لحوالي ٠,١ ، وفي الأراضي الثقيلة القوام يصل إلى حوالي ٠,٨، " I " شدة سقوط المطر لأقصى عاصفة من العواصف المتوقعة ذات العودة المعلومة لفترة تعادل وقت الذروة بالملم/ساعة ، " A " مساحة المنطقة المتأثرة بالهكتار.

ب – طريقة كوك :

وتطبق هذه الطريقة لمساحات صغيرة تقدر في هذه الطريقة أقصى معدل للجريان السطحى من حجم المنطقة وخصائصها التي تؤثر على الجريان وأقصى عاصفة مطرية لمدة العودة القياسية وخصائص سقوط المطر في المنطقة، والمعادلة المستخدمة هى : $Q = PRF$ حيث " Q " أقصى كمية جريان متوقع عند نقطة معينة لعواصف مطرية بفترات عودة معلومة بالأقدام المكعبة في الثانية، " P " أقصى معدل جريان من منطقة ذات حجم معلوم وخصائص هيدروليكية معلومة مع افتراض معدل عودة ١٠ سنوات وعامل سقوط مطر قدم^3/الثانية، " R " عامل سقوط المطر الجغرافي ليس له أبعاد، وهذا العامل يكون في خط مطر (جنوب وشرق خط المطر أكبر من ١)، (وشمال وغرب هذا الخط عامل سقوط المطر أقل من ١)، " F " عامل مدة العودة ليس له أبعاد.

*** الحجز "والخزن السطحي" :**

هو إعاقة نزول المطر أو الثلج إلى أسفل بواسطة النباتات أو أى غطاء آخر للتربة (في حالة غطاء نباتى كثيف جداً) نجد أن كل ماء المطر يتم حجزه قبل أن يتمكن من الوصول للأرض. بهذا تنخفض الطاقة التي يسقط بها انخفاضا كبيراً، وتختلف النسبة المئوية للحجز باختلاف كثافة ونوع وحجم النباتات.

– الخزن السطحي للماء يحدث في المنخفضات حيث يمثل ماء المطر المتبقي في المنخفضات على سطح الأرض، وهذا الماء لا يمكن الجريان لذا فهو أما أن يغوص أو يتبخر.

*** تأثير العوامل المناخية العامة على التعرية بالماء :**

هناك عدة عوامل مناخية بالإضافة للتساقط لها تأثير واضح على تعرية التربة بالماء هذه العوامل هى :

١ – درجة الحرارة. ٢ – الرياح. ٣ – الرطوبة.

٤ – التغيرات الموسمية واليومية. ٥ – استعمال الأرض المناسب للمناخ.

ويمكن تقسيم المناطق المناخية بالنسبة للرطوبة للأقسام الآتية :

١ ــ فوق الرطب **Super Humid**

٢ ــ الرطب **Humid**

٣ ــ تحت الرطب **Sub Humid**

٤ ــ شبه جاف **Semi Arid**

٥ ــ الجاف **Arid**

يؤثر المناخ على الغطاء النباتي الطبيعي وعلى تطور التربة ويلاحظ هذا في الخرائط المختلفة التي تظهر هذه المعالم الثلاث، حيث يظهر تطابق الحــدود بينها (التربة ــ النبات ــ المناخ) والنتيجة أن المناخ يؤثر تــأثير مباشــر علــى ظروف التعرية في منطقة ما كما يؤثر على الغطاء النباتي والتربة.

ويجب التفرقة بين تأثير المناخ على التعرية بين التعرية المائية والتعرية الهوائية. ففي المناخ الجاف تكون التعرية الهوائية أكثر شدة مما هى علية فــي المناخ الرطب وعلى العكس في حالة التعرية المائية لذلك نجد أن نقص المــادة العضوية في المناطق الجافة والشبه جافة يجعل هذه المنــاطق حساســة جــداً للتعرية المائية كذلك التعرية الهوائية. ويلاحظ أن التعرية المائية قد تكون خطرة في المناطق ذات الأمطار القليلة حيث أن جزء كبير من هذه الأمطــار يســقط على هذه المناطق بكثافة عالية خلال العواصف الرعدية.

ويمكن تقسيم المناخ "المناطق المناخية" تبعا لدرجة الحرارة إلى :

أ ــ الإستوائية. ب ــ المعتدلة. ج ــ القطبية.

<u>بالإضافة للمراحل المتوسطة وهى :</u>

ــ تحت الاستوائية. ــ المعتدلة الباردة. ــ تحت القطبية.

وبشكل عام تزيد كثافة الأمطار كلما كانت المنطقــة أقــرب إلــى خــط الاستواء **(لأن الهواء الدفيء له قدرة كبيرة على التشــبع بالرطوبــة)**. ولــذلك نلاحظ أن التعرية في المناطق الاستوائية وتحت الاستوائية تكون أكثر خطــورة.

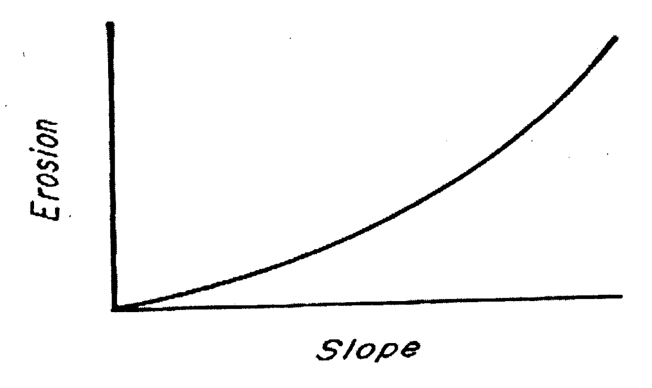
كذلك تتأثر الأمطار السنوية بالرياح السائدة ــ والقرب أو البعد من البحر ــ والتضاريس الأرضية ــ كذلك تتأثر بدرجة الحرارة.

• **أثر التضاريس على عملية التعرية المائية :**

يشكل الانحدار عامل مهم في تحديد كميات ومعدلات الجريان والتعرية ويمكن تمييز ٦ خواص للانحدار في هذا المجال.

١ ــ شدة الانحدار :

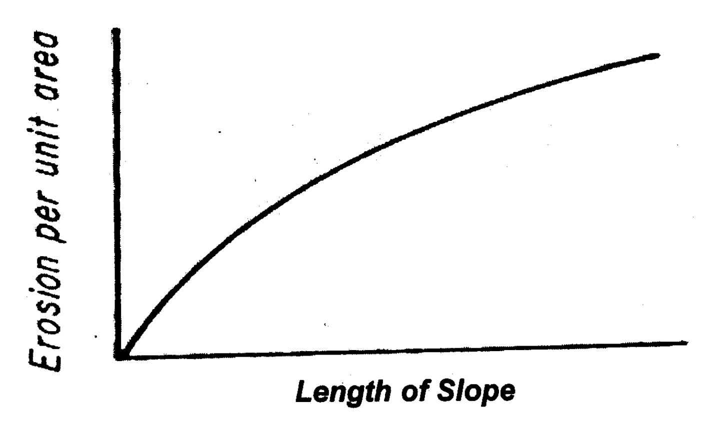
ويعبر عنها بالنسبة المئوية أو الدرجات وبزيادة شدة الانحدار تزداد معدلات الجريان بسرعة في البداية ثم تقل تدريجياً بعد ذلك ويكون الجريان على الأراضي المستوية قليلاً لأن كثير من الماء يمسك بالخزن السطحي وكلما زاد الانحدار قل خزن الماء في المنخفضات وزيادة سرعة الجريان الناتج عن زيادة شدة الانحدار يجعل الماء عامل ناقل أفضل ويسمح لقطرات المطر أن تضرب الأرض بصورة أكثر مباشرة **(لأن طبقة الماء على السطح تصبح أقل سمكاً بزيادة سرعة الجريان)**، وقد أظهرت بعض التجارب أن كمية التعرية لكل وحدة مساحة تزيد بمقدار ٢,٥ مرة عند مضاعفة درجة الانحدار.



شكل١٠: يوضح العلاقة بين شدة الانحدار والتعرية.

<u>٢ – طول الانحدار :</u>

يقاس الطول المؤثر للانحدار في دراسات التعرية من بداية الجريان فوق سطح الأرض في نقطة ينساب الماء عندها في مجرى محدد أو إلى نقطة يتضاءل عندها الانحدار كثيراً بحيث يبدأ الترسيب.



شكل ١١:يوضح العلاقة بين طول الانحدار والتعرية.

<u>٣ – شكل الانحدار :</u>

ربما تكون الانحدارات محدبة أو مقعرة وتكون التعرية أكثر شدة على الانحدارات المحدبة مما هي علية في الانحدارات المقعرة حتى ولو وجد نفس الاثنين في نفس الحقل ويرجعه ذلك للآتي :

١ – التربة الموجودة على الانحدارات المحدبة تجف بسرعة لذا تحتوى على كمية دبال أقل من التي هى على الانحدارات المقعرة. التربة الجافة تتكسر بسرعة عند الابتلال ومحتوى الدبال المنخفض يجعل التجمعات أقل ثباتاً في الانحدارات المحدبة.

٢ ـ الماء المنساب على الانحدار المحدب يزيل الدبال والطين بدون تعويض لهاتين المادتين من المناطق الأعلى والنتيجة أن التربة تصبح فقيرة ففي هذين المكونين وأكثر قابلية للتفكك.

٣ ـ ينتشر الماء على الانحدارات المحدبة بصورة أفضل من المقعرة ولا يشكل طبقة سميكة (**واقية ضد ضربات المطر**) كما هو الحال في المنحدرات المقعرة.

٤ ـ على الانحدارات المحدبة تزداد شدة الميل في اتجاه قاعدة الانحدار مما يزيد من سرعة الجريان في أسفل المنحدر وبالتالي تكون قابلية أكبر على نقل التربة. أما على الإنحدارت المقعرة الحالة تكون العكس والتربة تترسب عندما تقل سرعة الجريان أسفل المنحنى ومن الواضح أن الماء يميل إلى التركيز في الانحدارات المقعرة.

٤ ـ الاختلاف في شدة الانحدار :

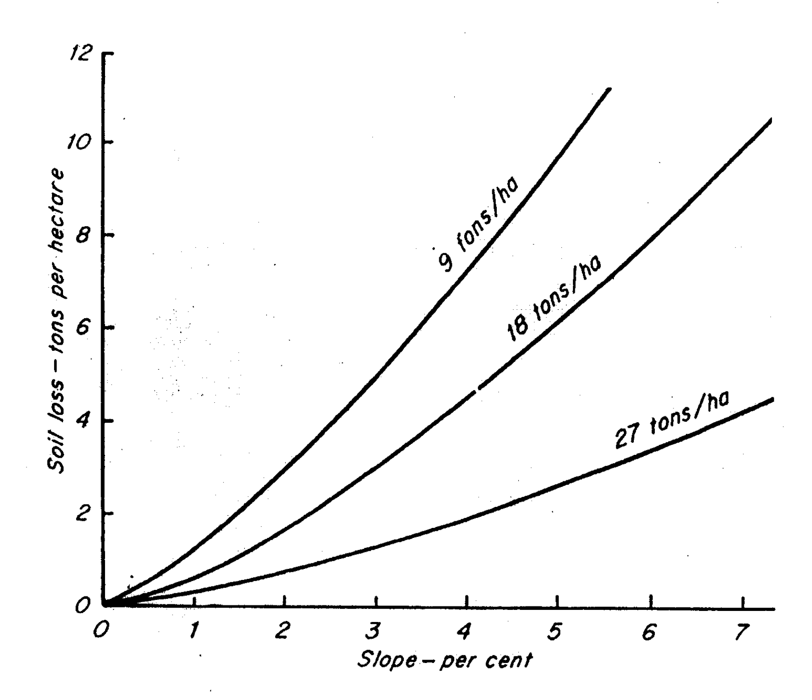
حيث أن الانحدارات غالباً ما تكون غير متجانسة من القمة إلى الوادي وعند وجود اختلافات واضحة وتعاقب الانحدارات الشديدة مع البسيطة ربما يكون لهذا تأثير مهم على الجريان والتعرية.

اختلافات شدة الانحدارات تصاحبها عادة اختلافات في خصائص التربة مماً يسبب تعاقب الأراضي ذات معدلات التسرب العالية مع تلك ذات المعدلات المنخفضة وإلى الآن الدراسات حول هذه النقطة ليست كافية.

٥ ـ التضاريس الدقيقة :

يقصد بها عدم استواء سطح التربة وهى لا تظهر في أي خريطة طبوغرافية وهى ناتجة عن بعض العمليات الزراعية كالحرث أو بفعل أقدام الحيوانات أو تجمع التربة عند خطوط الأسيجة. وعدم استواء السطح بهذا الشكل يزيد الانخفاضات الدقيقة ويزيد من الخزن السطحي للماء مما يعطى وقت أكبر لعملية التسرب. فقد نلاحظ تجمع للمياه في المناطق التي بها أثار للعربات أو طرق

مرور المواشي مما يركز ماء الجريان وقد يحاول الإنسان عمل خطوط كنتوريـــة ومصاطب للسيطرة على التعرية مستفيداً من تأثير التضاريس الدقيقة.



شكل١٢: يوضح العلاقة بين % للميل والفقد من التربة من حقول ذات إنتاجية مختلفة من الذرة.

• خصائص التربة التي تؤثر على التعرية المائية
The Erodibility of soil

الأرض ذات القابلية العالية على التفكك والنقل هى الأراضي ذات القابلية العالية للتعرية وممكن بالتالى دراسة العوامل المؤثرة على كل من قابلية التفكك وقابلية النقل.

أ – العوامل المؤثرة على قابلية التفكك:

- لكى تكون جسيمات التربة ذات قدرة على مقومة التفكك يجب أن تكون مثبتة بعضها مع بعض بحيث أن طاقة العامل المفكك لا تستطيع إزالة الحبيبات من بعضها هذا يعنى أن تكون التربة بها تجمعات **Aggregates** ويتوقف التفكك على حجم ووزن التجمعات وعلى كمية طاقة المطر والجريان المسبب للتفكك وكلما كانت الطاقة أكبر لزم أن تكون التجمعات التي ستقاوم الصدمة أكبر.
- يعتبر الطين هو المادة اللاصقة الرئيسية لتجمعات التربة، حيث حبيبات الطين الناعمة تدخل الفراغات الموجودة بين الرمل والسلت وتخلق تربة ذات تماسك كبير وحبيبات الطين ذات السطح النوعى الكبير مثل المونتموريللونيت لها كفاءة أكبر في مسك حبيبات التربة مع بعضها.
- ثبات التجمعات بالتربة يتوقف على طبيعة الطين ونسبة الأيونات الموجبة القابلة للتبادل ووجود المركبات العضوية وعلى سرعة الابتلال ومحتوى الرطوبة.
- الطين المشبع بالكالسيوم والمغنسيوم يسبب تجمعات ثابتة عكس الطين المشبع بالصوديوم.
- معادن الطين المنتفخة (القابلة للتمدد عند الإبتلال) لها ميل لتحطيم تجمعات التربة ودخول هذه المركبات مع المادة العضوية في معقدات يؤدى لثبات تجمعات التربة.
- الابتلال البطيء يؤدى إلى خروج الهواء من التربة خلال التشققات الطبيعية بالتالى تبقى التجمعات محافظة على طبيعتها بصورة أفضل مما لو دخل الماء

من جميع الاتجاهات (الابتلال السريع) الذى يبقى على هواء التربة. في هـذه الحالة يتحرك الماء بالجذب السطحي نحو مركز التجمعات فتتحطم التجمعات، أيضاً يختلف ثبات تجمعات التربة باختلاف محتـوى الرطوبـة. فالرطوبـة المتوسطة هى الأكثر ملائمة، وإذا كانت التربة رطبة عنـد بدايـة العاصـفة الممطرة في هذه الحالة كمية الهواء في المسام تكون قليلة وفرصة التجمعات أفضل في مقاومة التفكك، بينما الأراضي الجافة التي تبتل فجأة تتفكك بسرعة مما يضعف من مقاومتها للتعرية.

- **تساعد المادة العضوية للمحافظة على تجمعات التربة بطرق مختلفة منها :**
  - ـ عمل معقدات مع الطين.
  - ـ تقوم بدور المواد المخاطية التي تفرز بواسطة حيوانات التربة.
  - ـ كذلك الشعيرات الجذرية التي ترتبط مع حبيبات التربة.
  - ـ كذلك بقايا النباتات التي تعمل كغطاء يحمى التجمعات الأرضية من الضربات المباشرة لقطرات المطر.
- حالة العناصر الغذائية لها دور غير مباشر في عملية التفكك. ففي الأراضـي الخصبة تعطى نمواً نباتياً يعتبر غطاء واقى ضد ضربات قطـرات المطـر ومصدر للمادة العضوية ويشجع على نشاط الكائنات الدقيقة.

ب ـ العوامل المؤثرة على قابلية النقل :

١ـ حجم حبيبات التربة المفصولة : مما هو معروف أن سرعة ترسـيب جسـم صلب في سائل تتناسب طردياً مع مربع قطرة. وتزداد قابليته على النقـل عندما تكون سرعة ترسيبه أقل. لذلك فالحبيبات المفصولة الأصغر حجمـاً هى الأكثر استعدادا للنقل وتنقل حبيبات الرمل أو التجمعات التـي بحجـم الرمل أو أكبر منه بواسطة الماء الجارى السريع أو الماء المسـتثار بفعـل ارتطام المطر وتبقى حبيبات الطين معلقة في الماء تقريباً.

٢ ـ تأثير كثافة الحبيبات : تختلف الكثافة الحقيقة لمكونات التربة فـي حـدود ضيقة "في حدود ٢,٦٥ جم/سم^{3}" وكثافة المادة العضوية تصل نصف هـذا

الرقم تقريباً لذلك فالمادة العضوية أكثر استعدادا للنقل من الحبيبات المعدنية. لكن في الحالة الطبيعية حيث توجد الحبيبات والمادة العضوية في صورة تجمعات بينها فراغات بينية ووجود الفراغات البينية يؤدى لخفض الكثافات الظاهرية للتجمعات لذا يمكن أن تنقل التجمعات في صورة أسرع من حبيبات الرمل التي لها نفس الحجم وبصورة عامة نجد أن الأراضي المتجمعة تقاوم النقل أكثر من الأرض المتفرقة.

* **<u>خصائص التربة التي تقلل قابليتها للتفكك :</u>**

١) محتوى عالي من المادة العضوية.

٢) محتوى عالي من الطين.

٣) سيادة الأيونات ثنائية التكافؤ.

٤) وجود محتوى عالي من التجمعات الثابتة مائياً.

٥) نشاط عالي من الأحياء الدقيقة.

٦) خصوبة جيدة تشجع نمو المحاصيل والأحياء الدقيقة.

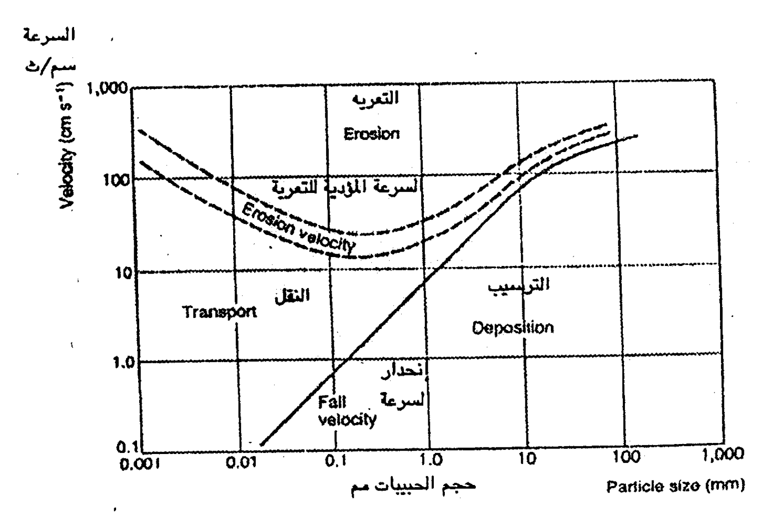
٧) محتوى رطوبى متوسط عند بداية سقوط المطر.

٨) سطح متماسك.

- **<u>خصائص التربة التي تقلل قابليتها للنقل :</u>**

١- نسبة عالية من الحبيبات الأولية الكبيرة وحبيبات ثانوية كبيرة (التجمعات الثابتة).

٢ - وجود نسبة عالية من المادة العضوية لتثبيت التجمعات، ولكن تقلل من متوسط الكثافة فتكون أكثر استعدادا للنقل.



شكل ١٣: يوضح السرعات الحرجة لحركة الماء على السطح وعلاقتها بالنقل والترسيب لحبيبات التربة ذات الأحجام المختلفة.

*** <u>خصائص التربة التي تقلل خطر الجريان السطحي :</u>**

وهى عبارة عن مجموعة من الخصائص التي تعمل على إيجاد سعة تسرب عالية للماء منها:

١) نسبة عالية من الحبيبات الأولية والثانوية الكبيرة **(ينتج عنها مسام واسعة)**.

٢) نسبة عالية من الفراغات المستمرة الكبيرة **(مسام الهواء)**.

٣) محتوى رطوبى متوسط عند بداية المطر.

٤) سعة ترشيح عالية وعدم وجود طبقات صماء.

- يمكن القول أن الأراضي الرملية تكون سريعة التفكك لكنها ليست سريعة النقل لارتفاع كثافتها، بالإضافة أن لها سرعة تسرب عالية لذلك خطر التعرية المائية عليها قليل إلا على المنحدرات الشديدة، الأراضي ذات المحتوى العالي

والمتوسط من الطين قابلية التفكك لها منخفضة وسريعة النقل بعد التفكك لكـن قابليتها للتفكك منخفضة لذلك فهي متوسطة القابلية للتعرية.

<u>* إدارة الأرض وعلاقته بمقاومة التربة للتعرية المائية :</u>

يجب إجراء تحليل كامل لتأثير إدارة الأرض حيث أن هذه العوامل تـؤثر على كل من غطاء السطح وظروف التربة.

<u>غطاء السطح :</u>

تؤثر النباتات التي تغطى سطح التربة على ظروف الجريـان والتعريـة بطرق مختلفة، حيث تمثل النباتات وبقاياها علي سطح الأرض وقاية ضد ضربات المطر. وبصفة عامة كلما كانت النباتات أكثر امتـدادا وأسـتلقاءاً علـى الأرض أعطت حماية للتربة من التعرية أما النباتات القائمة (الطويلة) أقـل أهميـة إلا أن مجموعها الخضري (أوراقها) يمكن أن تحمى سطح الأرض، كما يحـدد حجـم وشكل الأوراق تأثير قطرات المطر. فكلما كانت الأوراق صغيرة تنـزل منهـا القطرات صغيره ليس لها ضرر على التربة في حين الأوراق الكبيرة مثل الـذرة تسقط من أوراقها قطرات أكبر بكثير.

• الطرق العملية للتحكم في التعرية المائية

كما سبق القول فإن إجراءات صيانة الأرض الرئيسية تأتى مطابقة للطرق المعروفة للزراعة الجيدة وهى استعمال الأرض والحرث وتغذية النبات وإدارة المياه. وهذه الإجراءات تكون كافية تحت الظروف الملائمة إلا أنه في معظم الحالات يتطلب الأمر طرق صيانة خاصة كإجراءات مساندة.

أولاً : الطرق العامة للزراعة الجيدة :

أ ــ استعمال الأرض : Land Use

ذكرنا فيما سبق أن المحاصيل المختلفة لها تأثيرات مختلفة على التعرية ويرجع هذا لطبيعة نمو نباتات المحصول وإلى عمليات الخدمة المصاحبة فكلما كانت التربة أكثر قابلية للتعرية يجب أن يكون استعمال الأرض أكثر حماية.

تصنيف الأراضي حسب قابلية الاستعمال :

يقصد من هذا التقسيم الحصول على أفضل استعمال لكل قطعة أرض دون التسبب في تعرية زائدة ، وتقسم الأرض تبعاً لقابليتها للاستعمال إلى ثلاث مجاميع رئيسية :

١ ــ أرض ملائمة لاستعمالات عديدة (زراعة محاصيل ــ محاصيل علف ــ زراعة الأشجار).

٢ ــ أرض محدودة في الاستعمال وهى أراضى ملائمة لزراعة الأشجار ــ محاصيل العلف.

٣ ــ أرض محدودة جداً في الاستعمال وهي تلاءم فقط النباتات الدائمة.

إن إدراك قابلية استعمال الأرض له قيمة كبيرة في التخطيط للزراعة الحافظة للتربة ويلاحظ أن هذه الطريقة ليست بدون أخطاء حيث من الصعب تصنيف الأرض لمجموعات ، والقيمة الكبرى لهذا التصنيف تكون في مساعدة الفلاحين والقائمين بالتخطيط الزراعي في معرفة الحد الأقصى لاستعمال الأرض الذي يمكن تطبيقه بأمان.

- **إدارة المراعي والغابات :**

المرعى والغابة يحميان التربة من التعرية أفضل من الأشكال الأخرى لاستعمال الأرض وذلك بسبب أن كليهما يمثل شكل من أشكال الغطاء النباتي الدائم حيث لا تحرث التربة وتكون مغطاة بصفة مستمرة. لهذا نجد أن تقسيم الأرض حسب قابليتها للاستعمال يجعل استعمال الأراضي الأكثر تعرضاً للتعرية مقصور على المرعى والغابة بشكل أساسي.

والمراعي والغابة يستطيعان مقاومة التعرية بصورة مؤثرة فقط إذا أديرا بصورة مناسبة ، ففي حالة المرعى يعنى هذا إقامة مرعى كثيف بانتخاب الأصناف المناسبة ، والتسميد والحماية من الرعي الجائر ومن الرعي عندما تكون التربة مبتلة.

وفي حالة الغابة تكون الفوائد المتحصل عليها أعلى إذا كانت الغابة محافظة على وضعها الطبيعي وقطع بعض الأشجار لا يقلل من قيمة الغابة في حفظ وصيانة التربة.

إزالة جذوع الأشجار ونواتج الغابات الأخرى مخاطرها على التعرية محدودة. إلا أن سحب جذوع الأشجار بالجرارات الكبيرة ينتج عنه جروح عميقة بالتربة خاصة إذا كانت الأرض مبتلة وطرق مرور السيارات في الغابات لابد أن تخطط بعناية حتى لا تتطور الأخاديد.

- **الأخطار التي تتعرض لها الغابات :**

١ ـ **الحرائق الشديدة :** تدمر الغطاء النباتي من الأشجار ومخلفاتها.

٢ ـ **الرعَي في الغابات :** يشكل خطر آخر من مخاطر التعرية في الغابات نتيجة لأن الأشجار تحجب ضوء الشمس فإن كمية الأعلاف الناتجة تكون قليلة. بحيث تتجول الحيوانات حول الغابة فتطأ الأرض الهشة مما يقلل المسامية وحركة الماء إلى داخل التربة بالإضافة لأن الرعي يقضى على النباتات الصغيرة في الغابات مما قد يمنع إعادة التكاثر الطبيعي في الغابات.

- **ومن وجهة نظر صيانة الأراضي :**

من الأفضل عدم قطع أشجار الغابات بصورة تامة ولكن يجب أن يتم ذلــك بنظام خاص حيث يتم قطع الأشجار الناضجة على فتــرات منتظمــة والســماح للأشجار الأصغر بالبقاء للمحافظة على غطاء دائم ، ويلاحظ أن الحقول المنحدرة جداً من الأفضل زراعتها بالمحاصيل أو المراعى وتكون زراعة هــذه الأشــجار بأقل ما يمكن من تجهيز الأرض حيث تكفي مجرد الحفر أو الخطوط التي تشــق لغرس الأشجار مع ملاحظة انتخاب الأصناف التي تنمو نمو سريع في المنطقة.

اختيار نظام الخدمة :

يلاحظ أن تثبيت استعمال الأرض الملائم لكل مساحة فــي المزرعــة لا يحدد بذاته أي المحاصيل يجب زراعتها بل هناك عوامل أخرى تؤخذ في الاعتبار وهى أساساً المناخ ــ الظروف الاقتصادية للمحصــول ــ وعلــى مــا يفضــله المزارع.

كلما كانت مخاطر التعرية أكبر وجب أن تكون كمية المحاصــيل التــي تزرع على خطوط أقل والكثيفة أكبر.

كمية التعرية التي يمكن توقعها تحت نظام زراعي معين يمكــن تقليلهــا بصورة كبيرة عن طريق استعمال محاصيل التغطية كذلك الحشائش أو محاصيل الحبوب الصغيرة أو البقوليات التي تبذر بين خطوط المحاصيل أو خــلال فتــرة بوار الأرض تقلل من خطر التعرية ، كما أن استخدام التسميد الجيد والأصــناف الأكثر ملائمة من الوسائل التي تضمن نجاح الزراعة فــي المنــاطق المعرضــة للتعرية.

ب ــ الحرث :

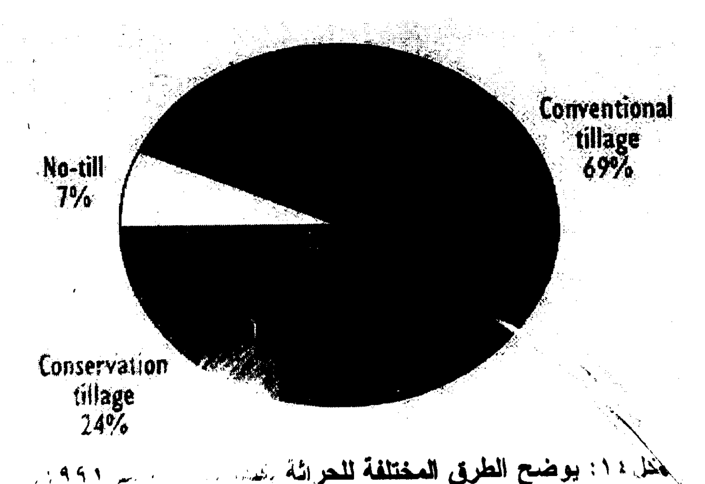
الغرض الرئيسي له هو تجهيز مهد البذور ومهد الجذور والتخلص مــن النباتات المنافسة (**الحشائش المعمرة والحولية**).

- **<u>تأثير الحرث :</u>**

لتحقيق الغرضين الأول والثاني من الحرث نبذل جهد كبير للحصول على درجة جيدة الخدمة وليس الحصول على أرض هشة بصـــورة مؤقتـــة والأرض الجيدة الخدمة هي التي تحتوى على تجمعات ثابتة مقاومة للتحلل بالمـــاء. أغلـــب طرق الحرث تقلل من التجمعات وتشجع على أن تثبت المادة العضوية هذا يعنى فقط غذائي للأحياء الدقيقة وتقليل المواد اللاصقة بالتجمعـــات ، كمـــا أن عمليـــة الحرث تعمل بشكل أخر على ضغط التربة وذلك بفعل ثقل أدوات الحرث لذلك في الوقت الذي ينتج عن الحرث فيه زيادة مؤقتة في المسافات البينية وتهوية أفضـــل وتنشيط الأحياء الدقيقة نجد أن على مدى طويل يؤدى الحرث إلى نقص محتـــوى المادة العضوية ونقص في أعداد الأحياء الدقيقة وجعل التربة تحت السطحية أكثر قابلية للتعرية.

- **<u>من وجهة نظر صيانة الأراضي :</u>**

تعتبر عملية الحرث شر لابد منه فالحرث ضروري لإنتاج أغلب المحاصيل ولكن الحرث أكثر من اللازم يؤدى لتهيئة التربة للتعرية.



شكل ١٤: يوضح الطرق المختلفة للحراثة ... ١٩٩١

- **فعل بعض أدوات الحرث :**

١ ــ المحراث (Plow) :

آلة جيدة لتفكيك التربة إلى كتل وذلك بفعل رفع وقلب التربة بواسطة سلاح المحراث ويحدث هذا انفصال لكتل التربة عند سطوح التشقق الطبيعية. هذا المحراث يستخدم في إنتاج أغلبية المحاصيل وسلاح المحراث يعمل على التخلص من بقايا المحاصيل والنباتات الموجودة على سطح الأرض وتصبح التربة أكثر قابلية على امتصاص ماء المطر. وعملية الحرث بالمحراث مثلها مثل جميع عمليات الحرث الأخرى تعطى أفضل النتائج عند إجرائها في ظروف الرطوبة المناسبة (PF 3-4).إذا كانت التربة مبتلة جداً تتعجن بفعل الحرث والجفاف جداً تؤدى لوجود كتل كبيرة وكثيرة من حبيبات الغبار الناعم.

٢ ــ المحراث القرصي (Disk) :

جهاز حرث ذو فائدة عامة وتوجد أنواع مختلفة وتركيبات مختلفة من الأقراص ومن وجهة نظر صيانة الأراضي يتميز القرص بإمكانية استعماله بأرض مغطاة ببقايا المحاصيل.

ومن المحتمل أن تكون أسوأ خاصية للقرص أنه يقطع بين تجمعات التربة الطبيعية ويعرض الأجزاء السفلية التي تكون محملة ببعض المواد العضوية. لذا فإن الأمطار يمكن أن تؤدى لتحطيم التربة المحروثة بالمحراث القرصي بسرعة وتجعل الأمطار هذا السطح أملس متماسك وهذا المحراث يعطى مهد جيد للبذور ومهد غير جيد للجذور.

٣ ـ العزاقة (Cultivator) :

تقوم العزاقة بتنعيم التربة وجعلها هشة بدون قلبها كما أنها تلقى أغلب بقايا المحاصيل على سطح الأرض ويمكن لبعض العزاقات أن تصل لعمق ٣٠ سم وعند استخدامها في الظروف الجيدة من الرطوبة يمكن أن تعطى مهد جيد للبذور والجذور. يمكن كذلك أن تركب صناديق السماد بعمق كافي داخل التربة.



شكل ١٥:يوضح استخدام Conservation tillage في زراعة نباتات دوار الشمس.

٤ ـ المحاريث السطحية :

تستخدم كثير من الآلات لحرث التربة تحت السطحية مباشرة فسلاح المحراث وسلاح رجل البطة يتخللان التربة على عمق يتراوح بين ٥ ـ ٧ سم ويقطعان جذور الحشائش والنباتات المنافسة وللمحاريث السطحية قيمة كبيرة في المناطق ذات المناخ الجاف وذلك لأنها تترك بقايا المحاصيل على سطح الأرض لحمايتها. وفي هذه المناطق الجافة لا تستطيع النباتات المقطوعة أن تنمو ثانية.

٥ ــ محراث تحت التربة :

يفتح التربة المتماسكة لعمق كبير أكبر من أى آله حرث أخرى كما أنـه يسهل حركة ماء المطر كذلك تغلغل الجذور إذا كانت التربـة تحـت السـطحية متماسكة ومنخفضة الخصوبة فإن استخدام محراث تحت التربة مع تسميد التربـة تحت السطحية يسبب زيادة في المحصول كذلك يمكن جعل محراث تحت التربـة أكثر تأثيراً لإدخال بقايا المحاصيل في الأخاديد الناتجة من الحفر.



شكل١٦: يوضح استخدام محراث تحت التربة في إحدى المزارع.

هذه العملية تسمى بالتغطية العمودية والغرض منها منع انسداد الأخاديـد الناتجة عن الحراثة ، هذا يضمن تسرب عالى **(Infiltration)** لماء المطر داخل التربة.

- **دور الحرث في صيانة الأراضي :**

عملية الحرث في حد ذاتها ذات فائدة قليلة في صيانة الأراضي ، ربمـا تجعل هذه العملية الأرض أكثر قابلية على امتصاص ماء المطر وذلـك يجعـل الأرض هشة ومفككة وهذا يتم لفترة مؤقتة بالإضافة لأن التربة المفككة ذات قابلية

عالية على التعرية وأن الفائدة الكبرى لعملية الحرث في مجال صيانة الأراضي هي المساعدة على إنتاج محاصيل قوية وكثيفة.

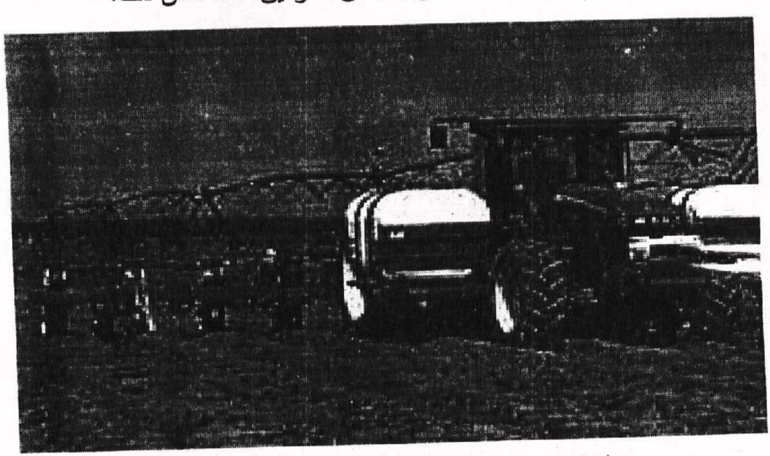
لذلك لكي يتم الغرض الرئيسي من عملية الحرث وفي نفس الوقت تحمى الأرض من التعرية لابد من مراعاة النقاط الآتية :

١ ـ لا تحرث أكثر من اللازم.

٢ ـ يجب أن يتم الحرث في رطوبة التربة الملائمة **(pF 3 - 4)**.

٣ ـ يجب تغير عمق الحرث باستمرار.

٤ ـ يجب استخدام مبيدات الحشائش بدل من العزيق كلما أمكن ذلك.



شكل١٧ : يوضح استخدام (No till cultivation).

<u>ج ـ تغذية النبات :</u>

لتغذية النبات دور هام في صيانة الأراضي حيث النمو القوى لنباتات المحاصيل هو أحسن ضمان ضد التعرية الزائدة فالحماية المباشرة ضد ضربات قطرات المطر والغسيل السطحي يتم بواسطة هذه النباتات. لذلك توفير العناصر الغذائية للتربة يعتبر من أهم المتطلبات للحصول على محاصيل قوية لتحقيق الغرض السابق ذكره.

تعويض العناصر الغذائية المفقودة :

من المعروف أن هناك استنزاف مستمر للعناصر الغذائية من التربة حيث تفقد عن طريق :

١ ــ امتصاص المحاصيل ٢ ــ الغسيل

٣ ــ التعرية ٤ ــ التثبيت الكيماوي.

في بعض الأحيان يفقد الكبريت والنتروجين عن طريق التبخير، ويمكن أن نقول أن العناصر الغذائية تضاف للتربة عن طريق:

أ ــ تثبيت النتروجين الجوى عن طريق الأحياء الدقيقة. تكافلية ــ غير تكافلية.

ب ــ تحلل بقايا المحاصيل.

جـ ــ إضافة السماد العضوي.

د ــ تجويه معادن التربة.

هـ ــ من خلال الأمطار.

و ــ في الأراضي الرسوبية مياه الفيضان تضيف بعض العناصر الغذائية.

بصورة عامة تكون الإضافات الطبيعية للعناصر الغذائية للحقل أقل من المفقودة منها لهذا نستخدم أنظمة التسميد بالأسمدة الكيماوية والعضوية في أغلب المناطق الرطبة والتي يستخدم فيها الري الصناعي.

احتياجات التسميد :

لمعرفة احتياجات حقل معين للعناصر المناسبة تستخدم عدة طرق مناسبة مثل:

- التجارب الحقلية ــ اختبارات التربة ــ اختبارات النبات ــ عمل معادلة الاتزان.
- وتكون معادلة الاتزان بين الضائع والمكتسب من العناصر الغذائية وإجمالي الفرق بينهم بإضافة الأسمدة الكيماوية.

- الخبرة وتعد أحد أهم الأدلة لتحديد احتياجات الحقل للعناصر الغذائية ، وهى ملاحظة نمو المحاصيل إذ أن مظهر النمو يختلف إذا كانت العناصر الغذائية متوافرة أم أن هناك نقص في عنصر معين. هذه الملاحظات ذات قيمة كبيرة للوصول لأفضل مستوى تسميد بالتالي أفضل محصول ويمكن كذلك الاستعانة بنمو النباتات الغريبة بالحقل.
- نظم التسميد :

- لتحديد نظام لابد من مراعاة عوامل اقتصادية وفيزيائية وإنسانية قبل تحديد نظام التسميد المستخدم ، فكلما كانت الأسعار التي يتقاضاها المزارع عن المحصول أعلى كان المستوى التسميدى للحقل أعلى.
- يحدد نظام التسميد المستخدم المعلومات المتوفرة والخبرة العلمية للمزارع.
- في التخطيط لأحسن طريقة تسميد يجب الأخذ في الاعتبار عدة عوامل حتى بعد تحديد مستوى العناصر الغذائية للتربة وبعد معرفة الاحتياجات السمادية.
- كما يجب الإجابة عن هل ينبغي التعويض عن المفقود فقط أم ينبغي زيادة العناصر الغذائية في التربة.
- كذلك بالنسبة للعناصر الغذائية المتوافرة بأسعار رخيصة يستخدم عند أعلى معدل له هذا ينتج عنه عدم اتزان في تغذية المحصول. كما أن هناك مشكلة أخرى بالإضافة للسعر وهى طريقة إضافة السماد **Fertilizer Placement**.
- أغلب المراجع تتفق أن إضافة السماد عند الزراعة **Fertilization Starter** هى الأفضل بالإضافة لإمكانية إضافة الطريقتين معا وهما "إضافة السماد عند الزراعة ــ وإضافته بعد الزراعة".
- كذلك هناك مشكلة أخرى وهى عمق إضافة السماد في التربة "هل سطحى أم على عمق أكبر"

وإضافة السماد بصور[illegible]عمق يستلزم أن يصاحبه اختراق من قبل جذور النباتات بالتربة وبالتالى لابد مر تحسين الظروف الطبيعية للأرض. هذا يز[illegible] من

سرعة دخول الماء للتربة وتقليل الجريان السطحى وهذه نتيجة يتوقعها المشتغل بصيانة الأراضي من التسميد العميق.

- كما أنه يمكن استخدام العناصر الغذائية الرئيسية بأشكال مختلفة.
- درجة الذوبان ومدى امتصاص التربة لأيونات السماد من العوامل الهامة.
- الأسمدة قد تكون في شكل صلب أو سائل كذلك يستخدم النيتروجين في شكل غاز الآمونيا.
- الأسمدة الصلبة تختلف في درجة التحبب وقد تكون ذات هيدروسكوبية أو تصنع في شكل حبيبات صغيرة مغلفة أو بإضافة مواد جامدة لمنع تعجن السماد.

العلاقة المتبادلة بين صيانة الأرض والتسميد :

من الضروري معرفة أن هناك فائدة متبادلة بين صيانة التربة والتسميد ، فالتسميد المناسب عامل ضروري في نظام صيانة الأراضي وبالمقابل حماية التربة من التدهور بفعل التعرية ضروري في عمل برنامج تسميدي ناجح إذ أن السماد الذي يجرف من الحقل بالتعرية أو الذي يوضع على تربة متماسكة فقيرة التهوية يسبب خسارة اقتصادية كبيرة.

• إدارة المياه

لإدارة المياه بغرض السيطرة على التعرية يجب إتباع التوصيات التالية :

١ــ تقليل كمية الماء الجاري.

٢ ــ تخفيض سرعة الماء الجاري.

٣ــ تنظيم رطوبة التربة بحيث تكون أقل قابلية للنقل بواسطة الماء أو الرياح.

٤ــ تنظيم رطوبة التربة بحيث تجد الأحياء الدقيقة والمحاصيل الحد الأمثل للرطوبة والتهوية.

٥ــ جعل رطوبة التربة المتوفرة أكثر تأثيراً ولحسن الحظ أن هذه المتطلبات متداخلة ويمكن الوصول إليها معا. فمستوى الرطوبة المتوسط عند (PF 3-4) يمثل الظروف المثلى لنمو نباتات المحصول ونشاط الأحياء الدقيقة وجذور النبات يكون نتيجة رئيسية للخدمة الجيدة إذ يجب أن يكون محتوى الرطوبة عند الحد الأمثل لجعل التربة مسامية ومقاومة للتفكك والنقل.

المعدل العالي للتسرب الناتج من المسامية والبناء الثابت للتربة ومقاومة الجريان السطحي بغطاء نباتي كثيف كل هذا يساعد على تقليل كمية الماء الجارى وسرعة الجريان. ويتضح من هنا أن إدارة المياه بغرض الصيانة يتم بأن تكون رطوبة الأرض في الحالة المتوسطة أو يمكن تلخيص ذلك في تجنب الرطوبة العالية للتربة.

• **كيف يمكن تجنب الابتلال الزائد للأرض** :

١) تحسين بناء الأرض بحيث يمكن للماء الدخول لها والحركة خلالها بكل سهولة.

٢) استعمال المصارف المغطاة والمفتوحة عند الضرورة لخفض مستوى الماء الأرضي.

٣) استعمال غطاء التربة (المحاصيل وبقايا المحاصيل).

٤) تقليل كمية ماء المطر التي تجرى للمناطق المنخفضة عن طريق زيادة قابلية التسرب للأراضي المحيطة قدر الإمكان.

- **كيف يمكن حماية التربة من الجفاف الزائد :**

١) تحسين بناء التربة بحيث يدخل الماء لداخلها دون عوائق.

٢) العمل على زيادة قابلية حفظ التربة للماء.

٣) العمل على زيادة عمق الجذور لإعطاء المحاصيل مجال أعمق للتغذية وذلك عن طريق استخدام المصارف وتفكيك التربة تحت السطحية بزراعة البقول واستخدام محاريث تحت التربة.

٤) عدم زراعة المحاصيل بصورة كثيفة جداً.

٥) العمل على مقاومة الحشائش.

٦) تقليل التبخير وذلك بتقليل الحرث.

٧) منع الماء السطحى الجارى من أن يتخذ له مجرى على شكل قناة بل تجعله ينتشر على منطقة واسعة.

• إدارة المادة العضوية

من المعروف أن قيمة المادة العضوية في الأرض بصفة عامة تتلخص في توفير الطاقة للأحياء الدقيقة كذلك توفير الغذاء وتزيد من تجمعات الأرض وتساعد على جعل التجمعات ثابتة وتزيد من مسامية التربة والتهوية وتزيد من قابلية التسوية والترشيح للماء هذا يقلل من الجريان السطحي ويقلل من خطر التعرية.

- استعمال المادة العضوية كغطاء يسمى **Mulch** وهى بقايا النباتات التي تحمى التربة من قطرات المطر ومن الرياح. معدنة المادة العضوية توفر العناصر الغذائية للنبات وتزيد من خصوبة التربة.
- المحتوى العالي من المادة العضوية في أراضى الغابات وأراضي المناطق الرطبة يفسر قلة الجريان السطحي وعدم إصابة هذه الأرض بالتعرية الشديدة.
- ولكي نحصل على فائدة تامة من بقايا المحاصيل (المادة العضوية) على الأرض الزراعية يلزم تطوير أفضل طريقة للإدارة لكل حالة منفردة.
- إنتاج كميات كبيرة من المادة العضوية ذات النوعية الجيدة يكون ذلك بإختيار أنواع المحاصيل الملائمة والحرث الجيد والتسميد الوافر.
- التأكسد البطيء لبقايا المحاصيل ينتج عنه كميات كبيرة نسبياً من النواتج الفعالة في لصق حبيبات التربة الدقيقة بعضها لبعض أما الأكسدة السريعة فأنها تؤدى إلى التحول السريع للمادة العضوية إلى CO_2 وماء وهذا ليس له تأثير مفيد في بناء التربة لذا يجب أن تضاف مخلفات المحاصيل بطريقة بحيث يكون تحليلها بطيء قدر المستطاع. ويتحدد معدل التأكسد بدرجة الحرارة ومحتوى رطوبة التربة وتوزيع مخلفات المحاصيل داخل التربة.
- أسرع عملية تحلل عندما تكون المخلفات موزعة بطبقة قرب التسطح ويكون أفضل معدل نموذجى للتحلل يكون عن طريق توزيع بقايا المحاصيل في طبقة

الحرث ، أما عندما تستخدم بقايا المحاصيل كغطاء فيتوقف معدل التحلل علـــى درجة الإمتزاج مع التربة كلما قل الإمتزاج قل التحلل.

- المادة العضوية في الأرض ذات طبيعة متجددة ، إذ كل عام تضاف مواد جديدة وتحلل المادة القديمة بإستمرار وفي أغلب الحالات تكـــون الكميـــات المفقـــودة والمكتسبة في حالة اتزان والتغير في كمية المادة العضوية أن وجد يكون قليلاً.

ثانياً : الإجراءات الخاصة في حماية التربة من التعرية المائية :

أ ـ عملية التغطية .... Mulching

الاستخدام الملائم للأرض والتسميد والحرث والزراعة الشريطية كل هذا يساعد على حفظ بناء التربة المرغوب وتسمح بالتصريف الجيد للميـــاه وتحمـــى التربة من التعرية. ولكن أثناء عملية الحرث وحتى بلوغ النبات مرحلة يســتطيع فيها حماية التربة معرضة لخطر الانجراف على الرغم من استعمال الإجــراءات السابقة.

وفي المناطق ذات الانحدارات الغير منتظمة تكون الحراثــة الكنتوريـــة والتصطب عمليتين غير ممكنتين. لذلك حماية هذه المناطق تكون بواسطة غطاء السطح. كما أن تغطية التربة بأغطية من مخلفات المحاصيل تزيـد مــن قابليــة التسرب داخل التربة وتقلل من الجريان.

ولكن يجب ملاحظة ما يلي لمقاومة التعرية :

١) أي المحاصيل يحتاج للتغطية للحماية من التعرية.

٢) ما هي مصادر الغطاء.

٣) هل يمكن ترك مخلفات لمحصول فوق سطح الأرض أم ينبغي مزجها بالتربة.

٤) ما كمية مخلفات المحصول اللازم للغطاء المؤثر.

٥) هل تتعارض التغطية مع عملية العز يق.

٦) كيف يؤثر الغطاء على نمو الحشائش.

٧) كيف يؤثر الغطاء على كمية المحصول.

٨) كيف تتم عملية التسميد ونوع الآلة المستخدمة.

- **تأثيرات عملية التغطية :**

تؤثر التغطية على الظروف الطبيعية والكيماوية والحيوية بالتربة والنتيجة النهائية للتغطية هى صيانة جيدة للتربة مع ملاحظة مميزات وعيوب هذه الطريقة

، فعند تغطية سطح التربة بغطاء من القش مثلا فينتج عن ذلك ظـواهر طبيعيـة وكيماوية وحيوية كالآتي :

أ) التأثيرات الطبيعية للتغطية :

١ـ اصطدام مباشر أقل لقطرات المطر.

٢ـ تقليل كمية ومسافة الانتشار.

٣ـ تخلل أقل لسطح التربة.

٤ـ تعرية داخلية أقل في وجود الغطاء.

٥ـ تفاوت أقل في رطوبة ودرجة حرارة التربة.

٦ـ زيادة تجمعات التربة السطحية وتحسين البناء.

٧ـ مقاومة اكبر للتفكيك بواسطة الرياح والماء.

٨ـ زيادة قابلية الاحتفاظ بالماء وزيادة كمية التسرب والترشيح.

٩ ـ لا يستطيع الماء الوقوف طويلاً على السطح.

١٠ ـ كمية الماء الجارى تكون أقل والتعرية المائية أقل.

١١ ـ تبخير أقل وحفظ أفضل للتضاريس الدقيقة خاصة خلال فصل الشتاء.

١٢ ـ تقليل سرعة الرياح فوق السطح تماماً.

١٣ ـ تعرية رياحية أقل.

ب) التأثيرات الكيماوية للغطاء :

١ ـ ربط النيتروجين بصورة عضوية بعد استعمال القش بحيث يصبح غير جاهز للنبات.

٢ ـ اختزال التربة السطحية الناتج عن التحلل السريع للكربوهيدرات.

٣ ـ انطلاق النيتروجين العضوي بشكل ميسر فيما بعد.

٤ ـ الربط المؤقت (التثبيت المؤقت) للفسفور مع المادة العضوية.

٥ ـ البوتاسيوم أقل تيسيراً بسبب ظروف الاختزال.

٦ ـ زيادة كمية البوتاسيوم الكلى (القش غنى في البوتاسيوم)

٧ـ قليل من البوتاسيوم يصبح غير ميسر بسبب قلة توالى عملية الابتلال والجفاف.

٨ ـ فقدان أكثر في العناصر الغذائية في الترشيح بسبب زيادة الترشيح.

٩ ـ فقدان أقل في العناصر الغذائية في الجريان بسبب قلة الماء الجارى.

ج) التأثيرات الحيوية للغطاء :

زيادة النشاط الحيوي قرب السطح يسبب تجهيز الطاقة ويسبب ظروف درجات الحرارة والرطوبة الأكثر تجانسا. كما أن زيادة الحشرات خاصة الضارة للمحاصيل كذلك أعداءها والديدان والقوارض.

سهولة إنبات ونمو أغلب النباتات ذات البذور الصغيرة والحشائش.

التأثير على كمية المحصول تتوقف على نوع المحصول ـ نوعية سمك الغطاء ـ تيسير العناصر الغذائية ـ القوام ـ بناء التربة.

- **موضع الغطاء في الدورة الزراعية :**

الغطاء وسيلة فعالة لمقاومة التعرية في الفترات التي لا تعطي فيها المحاصيل المزروعة حماية كافية للتربة سواء كانت المحاصيل تزرع على خطوط أو تزرع زراعة كثيفة.التغطية تكون أكثر فائدة للمحاصيل المزروعة على خطوط ولكن استخدامها أكثر سهولة محاصيل الحبوب والمراعى حيث لا تحتاج لعزيق عادة. تستخدم التغطية لنجاح في محاصيل الخضر والبساتين كذلك عند زراعة الأشجار الصغيرة خاصة تحت الظروف السيئة.

- **مصادر الغطاء :**

١ ـ مصادر طبيعية :

مخلفات المزرعة مثل التبن أو أعقاب النباتات وحطب الذرة ـ بقايا المراعى والسماد البلدى أحياناً ـ الأوراق والصفائح البلاستيكية تستخدم أحياناً ـ وفي التطبيقات الزراعية يفضل إستخدام المخلفات من نفس الحقل التي زرعت فيه.

٢ ــ طرق الاستخدام :

ربما يستخدم الغطاء فوق سطح الأرض مباشرة أو قد يمزج جزئياً فـإذا كان الغطاء فوق سطح الأرض كان أكثر فاعلية لحمايتها من قطرات المطر أمـا إذا كان ممزوج بالتربة السطحية فإنه يتحلل أو يساعد على جعـل التربـة أكثـر مقاومة للنقل السريع.

٣ ــ معدل الاستخدام :

معدل استعمال الغطاء في الحقل لابد أن يكون بسمك كافي لتغطيـة ٣/٢ إلى ٤/٣ التربة. هذه الكمية من الغطاء كافية لحماية الأرض في نفس الوقت ومن وجهة أخرى هذه الكمية من الغطاء لا تعيق نمو النباتات ويسمح للهواء أن يصل للتربة بصورة كافية وهذه الكمية تعادل من ١ : ١,٥ طن من القش للفدان أو ٢,٥ : ٣ طن سماد عضوي كل فدان.

وفي بعض الحالات يضاف معدلات أعلى لمقاومة الحشائش على سـبيل المثال حول أشجار الفاكهة ومن المعروف أنه كلما زاد سمك الغطاء كان تـأثيره سيء على نمو النباتات وتمنع نموها وقت التغطية.

ــ مواد التغطية في الغالب تكون مواد غنية في الكربون العضوي وفقيـرة فـي النيتروجين بعد استخدام هذا الغطاء بوقت قصير سوف يكون الطلب كبير علـى النيتروجين لتحلل هذه المخلفات وإذا تطابقت هذه الفترة مع فترة أقصى نشاط لنمو المحصول فهذا يسبب نقص N المعدني وتقليل نمو المحصـول : لـذلك ينصـح بإضافة هذه المخلفات قبل الزراعة بوقت كافي كما هو الحال مع إضافة السـماد العضوي البلدي. وتراعى أيضاً اشتراطات طبيعية للاستخدام المبكر للغطاء وحتى نتجنب التعرية السريعة لابد أن يوضع الغطاء قبل وقت الزراعة.

- **مشاكل حراثة التغطية :**

في كثير من الحالات يلاءم الغطاء طرق الخدمة العادية الجديدة ولا توجد مشاكل في تسميد القمح بالسماد العضوي وتغطية الفراولة بالقش وتظهر بعـض المشاكل الصغيرة في بعض الحالات مثل نمو الحشائش المتزايدة ولكن الصعوبات

تحدث عند إستعمالة مع المحاصيل التي تحتاج لعزيق. وحيث أن حراثة التغطية تعمل على تحسين التربة السطحية يكون قلب التربة بالمحراث القلاب مرة كل بضع سنوات له فائدة في تعميق الطبقة الغنية بالمادة العضوية.

حراثة التغطية وقلة المحصول :

تغطية الأرض إما بوضع مخلفات المحاصيل فوق السطح أو بحرثها تحمى التربة من التعرية وتساعد في الحفاظ على محتوى رطوبة مناسب للتربة إلا أنه في بعض الأحيان ينتج عنها انخفاض في إنتاج بعض المحاصيل. أحد أسباب هذا الانخفاض هو أن مخلفات هذه المحاصيل المضافة لسطح الأرض تتحلل بسرعة وتستنزف كثير من (O_2) المستخدم في حالة التحلل مما يؤدي إلى نقص (O_2) وتراكم CO_2 في التربة وتزيد خطورتهم بزيادة المحتوى الرطوبى بالإضافة لذلك الأحياء الدقيقة تستهلك جزء من العناصر الغذائية مما يشكل تنافس مع المحصول على هذه العناصر.

والحصول على محصول جيد في هذه الأراضي المغطاة يجب إتباع النقاط الآتية :

١- الفترة الرئيسة لتحلل المخلفات ينبغي أن لا تتطابق مع فترة النمو الرئيسي للمحصول من الأفضل أن تسبقها.

٢ - لابد من أن تكون التربة هشة ذات تهوية كافية لأعماق كافية.

٣ - يجب المحافظة على مستوى خصوبة مرتفع بحيث تكون العناصر كافية لكل من الأحياء الدقيقة والنباتات المزروعة على السواء.



شكل١٨: يوضح استخدام حراثة التغطية لانتاج محصول الذره



شكل ١٩: يوضح استخدام حراثة التغطية في زراعة محصول البطاطس

ب – الزراعة الكنتورية : Contour farming

هو إجراء إستثنائى لحماية التربة من التعرية المائية وواحدة من الطرق الفعالة لحماية الأرض من الجريان السطحي والتعرية على المنحدرات ذات الميل البسيط وهى عبارة عن إقامة خطوط النباتات وخطوط الحرث متعامدة مع الانسياب الطبيعي للجريان السطحي حيث أن حرث الأرض مع اتجاه الانحدار يعتبر خطأ شديد لأنه يسرع تدفق الماء على المنحدر وبالتالي تزداد قدرته على جرف التربة.

ومقاومة الجريان السطحي يؤدى لتخفيض سرعته ويعطى للماء وقت أطول للنفاذ لداخل التربة بدلا من إنسيابة بسرعة كبيرة بدون مقاومة. وتسمى هذه الطريقة بهذا الاسم لأن الخطوط المتعامدة مع إتجاه الانسياب الطبيعي للماء الجارى خطوط ذات إرتفاعات متساوية لذا تسمى بالخطوط الكنتورية.

والغرض من إقامة هذه الخطوط تختلف باختلاف (المناخ – التربة – استعمال الأرض) إذ هدفها الرئيسي في المناطق الجافة هو حفظ الماء داخل التربة. في حين أن الأراضي ذات المناخ الرطب شديدة المطر تكون صيانة التربة هى الغرض الرئيسي والوحيد من الزراعة الكنتورية.

بصورة عامة تؤدى هذه الطريقة لصيانة كل من التربة والماء. ولكي تكون هذه الطريقة فعالة يجب أن تصمم عملياتها الزراعية المنحدرة والزراعة الكنتورية مع العمليات الزراعية العادية الجيدة تكفي عادة لتقليل التعرية وخفض معدلها للمعدل المسموح به.

- **عيوب الزراعة الكنتورية :**

على الرغم من فوائدها العديدة إلا أن لها عيوب تقلل من فائدتها ، أهم هذه العيوب هي :

١ ــ صعوبة خدمة نهايات الخطوط.

٢ ــ التجمع المحتمل للماء في بعض النقاط الخطرة من المنحدر خاصة إذا كانت خطوط الكنتور متباعدة وهنا نلجأ إلى إنشاء مجارى مائية معشبة بالإضافة لتنظيم اتجاهات الحرث.

٣ ــ في حالة سقوط أمطار غزيرة عندما يكون الحقل مشبع بالماء وجميع المنخفضات الكنتورية مملوءة بالماء سيؤدى انكسار عدد من هذه الخطوط لنتائج سيئة.

زراعة الشرائط الكنتورية

[illegible]

شكل ٢٠: يوضح استخدام نظام الشرائح المتبادلة المسيطرة على التعرية المائية.

أهمية هذه الطريقة :

تكمن في كونها تقلل من معدلات الجريان لأن المحصـــول الأول يحجـــز كمية كبيرة من الجريان في حين يقوم المحصول الكثيف بحجز الجزء الآخر ، لذا تعتبر هذه الطريقة فعالة جداً لتقليل مخاطر التعرية وتستخدم هذه الطريقـــة عنـــد زراعة محاصيل متباعدة على أرض قابلة للتعرية لا يمكن حمايتهـــا بالزراعـــة الكنتورية بمفردها. ويختلف عرض الشريحة من ١٨ ـــ ٢٥ متر ويتوقـــف هـــذا على كمية الأمطار الساقطة ـــ نوع التربة ـــ شدة الانحـــدار ـــ نـــوع النباتـــات النامية. فكلما كانت الأمطار المتوقعة أكثر شدة والتربة أكثر قابلية للتعرية وكلمـــا كان الانحدار أكثر ميلا وجب أن يكون عرض الشريحة أقل ، ونظراً لأن الشرائح تختلف في العرض نتيجة لعدم انتظام الانحدار لهذا لا يمكن عمل توصية خاصـــة لذلك يمكن في بعض الحالات وضع شرائح تصميمية من النباتات الكثيفـــة بـــين شرائح المحاصيل المتباعدة وهذه الشرائح التصميمية تسمح للمحاصيل المتباعـــدة أن تزرع عملياً على الخطوط الكنتوريه.

- **عيوب الزراعة الشريطية (الشرائط الكنتورية) :**

إذا ما زرعت هذه الشرائط بمحاصيل علف فعملية رعى هذه المحاصـــيل تحتاج عمل أسجية وهى مكلفة ماديا مما يعقد من عمليات الزراعة بالإضافة لأنه إذا كان هناك إصابة بالجراد فإن الضرر الواقع علـــى الـــذرة المزروعـــة بهـــذه الطريقة بكون أكبر من الضرر الواقع على حقل مزروع بالذرة فقط.

متى يتم استخدام طريقة الشرائط الكنتورية ؟

١ ـــ تستعمل هذه الطريقة عند زراعة محاصيل متباعدة على أرض قابلة للتعرية لا يمكن حمايتها بالزراعة الكنتورية وحدها.

٢ـــ تستعمل بصورة عامة على الانحدارات إلى يتراوح ميلها بين ٦ ـــ ١٥٪ أو أكثر.

٣- تستعمل على تربة جيدة الصرف وأحسن نتائج عندما تكون قابلية تفكك التربة منخفضة وبها كميات كبيرة من الحبيبات المفتتة ذات الحجوم القابلة للنقل.

٤- تكون هذه الطريقة ذات أهمية كبيرة في المناطق ذات الأمطار الشديدة والمتكررة حيث تكون مخاطر التعرية شديدة.

د ـ المصاطب وقنوات التحويل : Terraces & Diversion Ditches

المصطبة عبارة عن رصيف من الأرض أو الحجارة يشيد بصورة متقاطعة مع الانحدار والغرض من عمل المصاطب هو استعمال الأرض المنحدرة بصورة أكثر كثافة من أى طريقة أخرى ممكنة ويتحقق هذا بتقليل الانحدار الذي يجـرى فوقة أو بحجز الماء الجارى قبل أن يتجمع كثير منه ثم نقلة للمخارج الأفقية وبهذا يقلل من معدلات الجريان والتعرية إلى الحد الأدنى.

ـ أنواع المصاطب :

١. مصاطب المدرجات: ..... على هيئة مدرجات.
٢. مصاطب الري: .... خطوط عريضة عن الخط العادي بغرض البعد عـن مستوى الماء الأرضي.
٣. مصاطب حجز الماء الجاري: .... وهى مصاطب لمنـع تـأثير الجريـان السطحى وتبنى من الحجارة على هيئة سدود.

- **استعمالات المصاطب :**

يجب أن توضع في المناطق ذات الإنحدارات الطويلة بحيـث يمكـن أن تتجمع عليها كمية كبيرة من ماء الجريان وفي بعض الأماكن من الصعب زراعة هذه المصاطب بالآلات الحديثة نظراً لشدة الانحدارات.

- **تأثير المصاطب :**

١ـ السيطرة على التعرية حيث تقلل عمليـة التصـطيب التعريـة فـي الأرض الزراعية للخمس أو العشر أحياناً بالمقارنة بالأراضي التي لم تستخدم طـرق سيطرة. والتصطيب يسمح باستعمال الأرض بكثافة عالية جداً وتقـل كفـاءة التصطيب بزيادة شدة الانحدارات.

٢ـ بتقليل سرعة الجريان تعطى المصاطب للماء فترة أطـول للتحـرك داخـل التربة. والماء الزائد ينتقل في القنوات ولا ينتشر على كل الحقل بذلك تعمـل المصاطب على حفظ المحتوى الرطوبى المتوسط المرغوب به في التربة.

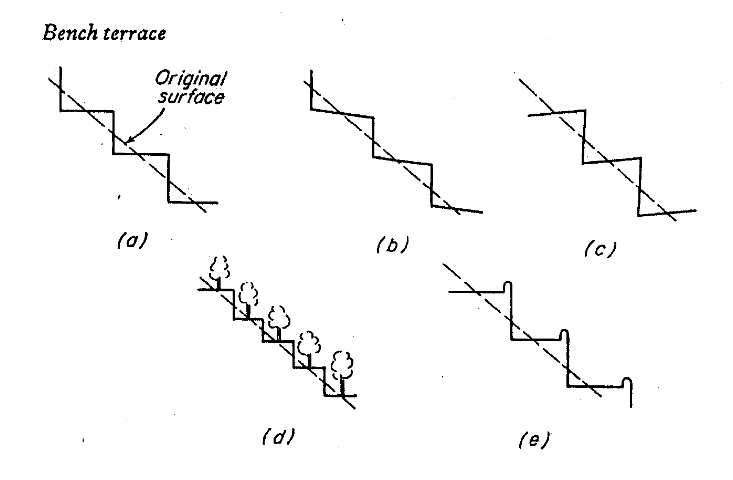
- **عيوب المصاطب :**

١. أنه إذا لم تشيد بصورة صحيحة فربما يسبب تجميع الماء في بقع منخفضة من القنوات جريانه فوق الخطوط وجرفها وبذلك ربما يعبر الماء من مصطبة لأخرى وبذلك تتضاعف الكمية مسببة تكوين أخاديد صعبة.

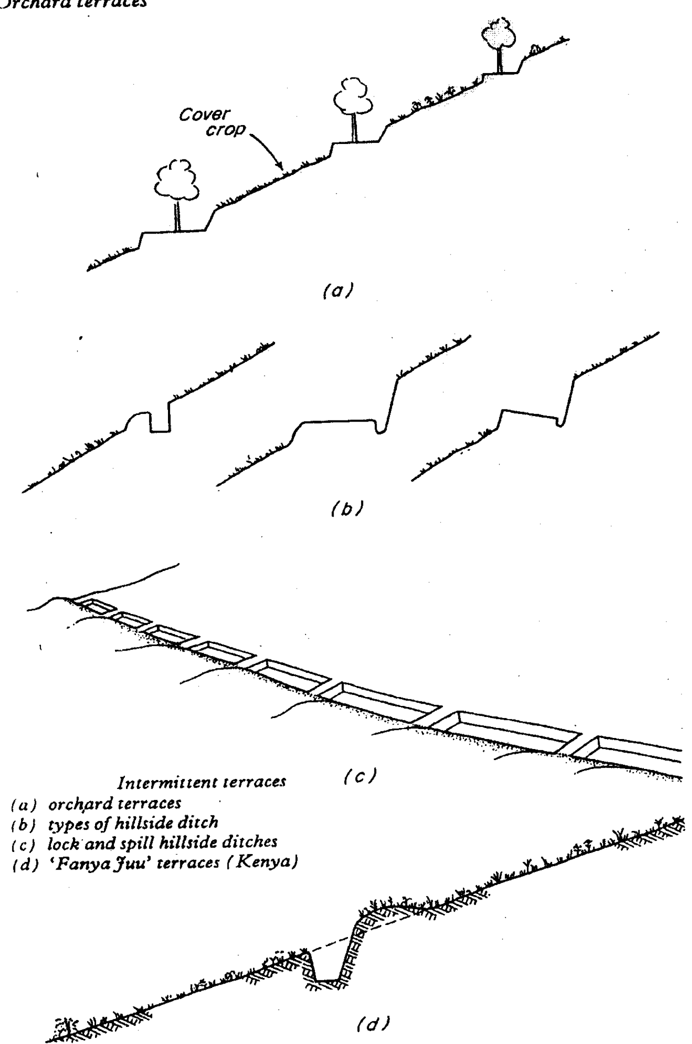
٢. عند تشييد المصاطب تتكشف الطبقات التحت السطحية بين المصاطب وبعضها لذلك فإن غلة المحصول في هذه الأماكن منخفضة خلال السنوات الأولى وبعد ذلك تحسن الترسيبات ظروف التربة.

٣. تتكلف هذه المصاطب الكثير من الأموال وإدارة الحقل بعد التشييد تتطلب عناية خاصة.

كل هذه العيوب لا تقلل من فوائد عملية التصطيب السابقة الذكر.



شكل ٢١: يوضح إنشاء Bench terraces لتقليل أثر التعرية على المنحدرات

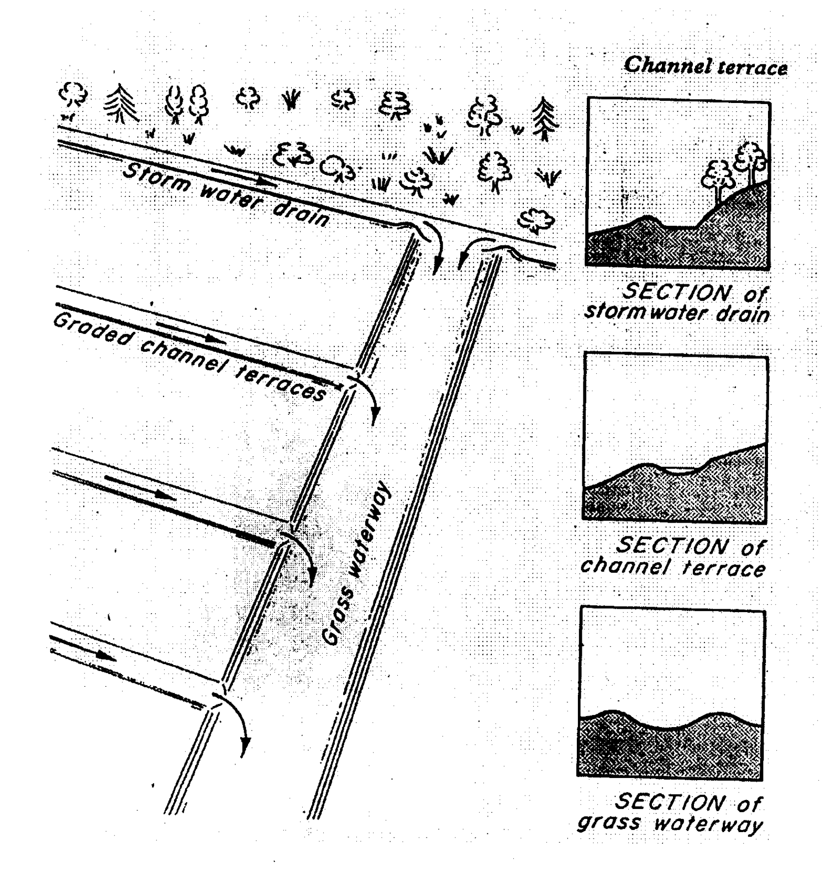


المصدر: Soil conservation, 2nd Edition, Norman Hudson, 1985.

شكل ٢2: يوضح إنشاء Intermitted terraces لتقليل أثر التعرية على المنحدرات.

- **قنوات التحويل : Diversions**

التحويلات : إذا كان الحقل يستقبل كميات كبيرة من المياه (الجريان السطحى) من المناطق العالية يجب أولا إنشاء قنوات تحويل كافية لحماية الحقل.



شكل 23: يوضح إنشاء قنوات التحويل ومجاري المياه المعشبة في الحقل.

هـ ـ مجارى المياه المعشبة :

هي عبارة عن قنوات منبسطة مبطنة بنباتات كثيفة وبغرض الإزالة الآمنة لماء الجريان السطحي في الأرض المزروعة وتنشأ هذه المجارى في المناطق التي تتعرض لخطر تكوين أخاديد وتغطى هذه المجارى بنباتات كثيفة وتعتبر المجارى المعشبة كإجراء إضافي في حالة الزراعة الكنتورية والزراعة الشريطية. وهى عبارة عن مخارج أيضاً للمصاطب عندما لا يكون هناك منخفضات مائية طبيعية وأيضا يمكن أن تكون مجارى المياه المعشبة طريقة مستقلة لصيانة بعض الأراضي.

- **التصميم :**

١. يجب أن يصمم المجرى المائى المعشب بحيث يستطيع نقل جميع الماء الجارى بأمان ودون حدوث انجراف.
٢. يجب أن تكون المجارى بعمق وعرض كافي لنقل كمية المياه.
٣. يمكن عبورها بسهولة بالآلات وأدوات الخدمة.
٤. يجب الأخذ في الاعتبار أكبر كمية جريان متوقع يعتمد على حجم ودرجة انحدار منطقة الصرف وقابلية التربة لامتصاص الماء واستعمال الأرض وإجراءات أخري لصيانة التربة في الغالب تصمم مجارى المياه بحيث تستطيع نقل أكبر معدل جريان متوقع (يحسب من متوسط ١٠ سنوات). وأفضل النباتات لحماية المجارى المائية هي الحشائش العشبية ولابد أن تكون الأنواع المستخدمة ملائمة لظروف المناخية بالمنطقة وبشكل عام يفضل الحشائش الريزومية حيث تنتشر تحت الأرض وتوفر حماية أفضل.

- **التشييد :**

يمكن إستخدام الآلات الزراعية العادية كالمحراث ، ولكن يفضل إستخدام الآلات الكبيرة خاصة إذا لزم تحريك كميات كبيرة من التربة . ويبدأ إنشاء هذه المجارى المائية عندما يكون الحقل مزروع بالمراعى عندما تكون كمية الماء الجارى المتوقعة أقل ما يمكن .

يجب أن ينشأ الغطاء العشبى بصورة سريعة وكاملة للأرض لذلك لابد من توفير مرقد بذور وينبغى إضافة الأسمدة بغزارة ومن الأفضل أيضاً إضافة السماد العضوى وخلطة بالتربة وبعد البذار يفضل إستعمال طبقة رقيقة من غطاء السماد العضوي أو القش وتبذر الحشائش بمعدل ضعف البــذور المضــافة فــي حالــة المراعى.

بشكل عام يفضل زراعة أكثر من نوع من النباتات لأن ظروف المنطقــة غير متجانسة على طول المجرى المائي ولا يمكن التنبؤ بالطقس. ونهاية الصيف وبداية الخريف هو الوقت المفضل لعمل المجرى المائي.

- **مقاومة التعرية الأخدودية :**

تتكون الأخاديد حيث يتركز ماء الجريان على الأرض غير المحمية بصورة غير جيدة لذلك نجد أن أغلب الأخاديد في الحقول والمراعى التي تعانى من الرعي الجائر ونادراً ما تتكون الأخاديد في المراعى ذات الإدارة الجيدة أو في الغابة ، وتتكون الأخاديد على أي نوع تربة ولكن بصورة خاصة على الأراضي ذات النفاذية البطيئة وذات القدرة العالية على التفكك وعندما تكون كل من التربة السطحية والتحت السطحية سهلة التهوية تتكون أخاديد ذات مقاطع عرضية على شكل حرف V ، ولمنع تكوين الأخاديد أو لمعالجة أي أخدود تستعمل ممارستان رئيسيتان هما: ــ

أولاً: تقليل طاقة الماء الجاري :

يجب تقليل كميتة وسرعته وهذا يمكن أن يحدث باستعمال ومعاملة الأرض بصورة أفضل أو بتحويل الماء بواسطة استخدام المصاطب قبل أن يدخل مجرى الصرف. ولحماية المجرى يمكن أن يتم ذلك باستخدام النباتات فقط أو استخدام النباتات الكثيفة مع الإنشاءات الأخرى. وأي طريقة تساعد على زيادة كمية الماء الممتصة بواسطة التربة يمكن أن تكون لها فائدة في منع تكوين الأخاديد. وفي الأماكن التي تزرع بمحاصيل الخطوط ينبغي استعمال طرق حماية التربة مثل الزراعة الكنتورية ــ الشريطية ــ التغطية ــ عمل المصاطب لتقليل كمية ومعدل الجريان إلى الحد الأدنى.

ثانياً: حماية المجرى المائي إلى التحول لأخدود : ــ

ويتبع الآتي لحماية المجرى المائي لتحويله لأخدود :

١ــ إنشاء المجرى المائي بحيث ينساب الماء فيه بصورة أبطأ عند عمق أقل وذلك بتعريض القناة وانحدارات أقل شدة.

٢ ــ زراعة المجرى المائي بالطريقة السابق شرحها.

٣- إذا لم تكن الطريقتان السابقتان كافيتان يجب تشييد منشآت تشبه المدرجات لتنقل ماء الجريان بصورة أفضل لأسفل.

والغرض الرئيسي لمنشآت مقاومة الأخاديد تقليل انحدار القناة (قناة الصرف) مما يجعلها أكثر قابلية لتحمل قدر كبير من المياه.

أسئلة

على الوحدة التعليمية الرابعة

١- بماذا تعلل فعل قطرات الماء الساقطة ؟

٢- صنف الأشكال المختلفة للتعرية بالماء موضحاً أهم تأثيرات كل منها على التربة ؟

٣- تعتبر تعرية التربة نتاج عاملين أساسيين. اشرح ذلك ؟

٤- لحدوث التعرية بالغطاء المائي لابد من توفر عدة شروط. وضح ذلك ؟

٥- لماذا يعتبر الضرر الذي تسببه التعرية الداخلية غير مباشر ؟

٦- لماذا تعتبر التعرية بالقنوات الصغيرة بداية للتعرية الأخدودية ؟

٧- أذكر أهم مسببات التعرية الأخدودية ؟

٨- تكلم عن التعرية المائية بالجداول موضحاً أهم خصائصها ؟

٩- أكتب عن حركة كتلة التربة مع ذكر الشروط اللازمة لحدوثها ؟

١٠- ماهو مصدر الطاقة في حالة مصاطب الماشية ؟

١١- ماهى أهم مصادر الطاقة للعوامل المسببة للتعرية المائيه ؟

١٢- ماهو الفرق بين الطاقة الكامنة وطاقة الحركة. وضح دور كل منها في أشكال التعرية المختلفة ؟

١٣- تكلم عن مراحل التعرية المائية ؟

١٤- كيف يمكنك تقدير خطر التعرية ؟

١٥- ماهى التأثيرات المختلفة لعملية الترسيب ؟

١٦- ماهى أطراف الدورة المائية وما هى معادلتها ؟

١٧- ما هى الصفات التي تؤخذ في الاعتبار عند التحدث عن خصائص المطر ؟

١٨- أذكر ما تعرفه عن: التسرب – الترشيح العميق – سعة التسرب – التسرب الجانبي ؟

١٩- ماهى العوامل التي تؤثر على عملية التسرب والترشيح ؟

٢٠- تكلم عن أشكال الجريان بالماء ؟

٢١- ماهي خواص الجريان السطحي ؟

٢٢- تكلم عن الظواهر المسئولة عن التركيزات المختلفة للمواد الكيماوية في ماء السيح ؟

٢٣- ماهي العوامل المؤثرة على خصائص السيح ؟

٢٤- كيف يمكنك التنبؤ بمعدلات الجريان ؟

٢٥- يشكل الانحدار عامل مهم في تحديد كميات ومعدلات الجريان والتعرية. وضح ذلك ؟

٢٦- تكلم عن العوامل التي تؤثر على التربة من حيث قابليتها على التفكك وقابليتها على النقل ؟

٢٧- ماهي خصائص التربة التي تقلل قابليتها للتفكك ؟

٢٨- ماهي خصائص التربة التي تقلل قابليتها للنقل ؟

٢٩- ماهي خصائص التربة التي تقلل خطر الجريان السطحي ؟

٣٠- **بماذا تفسر:**

أ- المرعى والغابة يحميان التربة من التعرية أفضل من الأشكال الأخرى.

ب- الرعى فى الغابة يشكل خطراً كبيراً.

ج - حركة كتل التربة.

د - الحرث والعزيق لهما دور كبير فى زيادة خطر التعرية.

هـ- الضرر الناتج عن الترسيب السريع فى المجارى المائية.

و - أهمية المادة العضوية القصوى لتجمعات التربة.

ن - اختلاف القابلية للتعرية المائية بإختلاف القوام.

الوحدة التعليمية الخامسة

صيانة المياه

Water Conservation

الأهـــــداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادرا على أن:

١- يلم بالمعلومات الطبيعية التي تعطي فكرة عن نموذجية الأرض.

٢- يتعرف على أضرار الفيضان .

٣- يتفهم الإجراءات اللازمة لمقاومة الفيضان.

العنـــــاصر:

١- ماذا يعني صيانة المياه.

٢- أضرار الفيضان.

٣- مقاومة الفيضان.

• صيانة المياه
Water Conservation

الأرض غير قابلة للتعويض بينما الماء قابل للتعويض حيث يمكن عودته ضمن الدورة الطبيعية للماء وتتحدد كمية الأمطار وصور التساقط الأخرى بشكل كبير تبعاً للظروف الجغرافية والفيزيوجرافية وتتحدد بشكل ضئيل بنشاط السكان إن وجد. ولأن الماء ضروري في جميع العمليات الزراعية والصناعية وهو أساس الحياة نفسها فنحن معنيون بإدارته الإدارة الصحيحة ويلاحظ أن صيانة التربة وصيانة الماء يسيران جنباً إلي جنب ويحتاجان لنفس التدابير.

• **رطوبة التربة والماء الأرضي :**

الماء الممسوك في التربة يسمي رطوبة التربة **Soil Moisture** وهو عادة يكون تحت شد فيما عدا فترات قصيرة عقب الري مباشرة أو عقب أمطار غزيرة ويستطيع جذر النبات امتصاص الماء من التربة الرطبة طالما الرطوبة أكبر من نقطة الذبول **Welting Point** ومن ناحية أخري يستطيع الماء التبخر من التربة للجو طالما الضغط البخاري لماء التربة أكبر من الضغط البخاري للجو. ويجب أن تكون التربة في فترة النمو محتفظة بقدر كافي من الرطوبة بالإضافة لكمية من O_2 لتوفير حاجة التنفس للجذر والأحياء الدقيقة . وهذا يستلزم أن تكون الأرض مسامية جيدة التهوية لذا نجد أن التربة التي في ظرف نموذجي لإدارة الماء تكون تلقائياً في ظرف نموذجي لصيانة التربة ، فهي ستكون ذات رطوبة كافية تجعلها غير قابلة للانجراف بسهولة في نفس الوقت تكون ذات جفاف كافي ليكون لها قابلية لخزن الأمطار الساقطة.

والمعلومات الطبيعية التي تعطي فكرة عن نموذجية الأرض تشمل بيانات عن:

١- التوزيع الحجمي للمسافات البينية (مسام التهوية).

٢- مدي ثبات التجمعات خلال القطاع.

٣- مقدار الشد الذي تمسك به رطوبة التربة عند أوقات مختلفة خلال السنة.

ويلاحظ أن الماء الزائد لا يمسك تحت شد ولكنه حر الانسياب بفعل الجاذبية الأرضية.

والماء الأرضي لا يكون مستوياً علي مناطق واسعة بل يتغير بتغير صفات الطبقات التحت سطحية ويكون الماء ذو استعمال مباشر من قبل النباتات عندما يكون قريب نسبياً من سطح الأرض وفي مناطق كثيرة يعتبر الماء الأرضي مصدر للأغراض المنزلية ـــ الصناعية ويستخدم غالباً للري . لذلك يعد توفير كميات كبيرة من الماء الأرضي ذو أهمية اقتصادية كبيرة ، كما أن الجريان السطحي لايضيف للمخزون الأرضي أو يضيف بكمية قليلة . لذا عند إدارة الماء لابد من تقليل ماء الجريان السطحي وزيادة الماء المخزون في التربة وهذا ينطبق مع أهداف صيانة التربة . والماء الأرضي تكون قيمته كبيرة وأكبر بكثير من ماء النهر وذلك لنقاوته الكبيرة حيث خلال مروره في التربة تترشح المواد الصلبة والأحياء الدقيقة وتبقي فقط الأملاح الذائبة ، وتختلف التركيزات اختلافاً كبيراً من منطقة لأخرى بينما تحوي مياه النهر بعضاً من نفس الأملاح مع كميات مختلفة كما في بعض الأحيان تحمل أيضاً كميات كبيرة جداً من التربة.

ويلاحظ أن كل الماء الأرضي ليس نقياً حيث في بعض المناطق يستطيع الماء السطحي النزول للماء الأرضي خلال تجاويف دون مروره خلال تربة أو ثقوب.

- <u>مقاومة الفيضان :</u>

يكون الجدول أو النهر في حالة فيضان عندما ينساب ماؤه فوق الضفاف ويغطي الأراضي المجاورة المسماه **بسهل الفيضان Flood plain**. وتنتج الفيضانات عن الكميات الزائدة من الأمطار أو عند ذوبان الثلوج ولكن في بعض الأحيان تزداد خطورته بسبب الرواسب التي قد رسبت في قاع النهر مقللة بذلك سعة القناه.

- **منشأ المياه في الجداول :**

هو انسياب الماء الأرضي والجريان السطحي فعندما تكون العمليات الزراعية غير صحيحة يقلل ذلك من سعة تسرب الماء وسعة الترشيح داخل التربة مما يجعل قدر كبير من ماء المطر يحدث له جريان ويدخل الجداول بسرعة. وكما نعلم أن الماء الذي يدخل التربة يحتاج بعض الوقت للمرور في الأرض والدخول للجدول بصورة مباشرة بهذا يمكن لانسياب الماء الأرضي والتسرب أن يؤديا لفيضانات بسيطة لفترة طويلة، علي حين يكون للجريان السطحي مسئول عن الفيضانات السريعة. لهذا حدوث العواصف المطرية في فصل الشتاء تحدث في فترة قصيرة ولا تغطي مناطق واسعة.

والفائدتين المحددتين في صيانة التربة لتقليل أي فيضان هما :

١- زيادة الخزن السطحي .

٢- الحماية من الترسيبات الزائدة.

هذا يجعل جداول المياه تجري بسعتها الكلية ويسمح بمعدلات جريان عالية قبل انتشار المياه في الأراضي المجاورة المنخفضة.

- **أضرار الفيضانات:**

في بعض المناطق قد تكون الفيضانات مفيدة لأنها تضيف لسهل الفيضان تربة ذات قوام ناعم بها عناصر غذائية.

إلا أنه بصفة عامة تسبب الفيضانات أضراراً منها :

١- تسبب أضرار كبيرة نتيجة ترسب التربة الخشنة علي تربة جيدة مما يفقر هذه الأراضي.

٢- إذا غطي الماء التربة لفترة طويلة يؤدي هذا لضياع المحصول نتيجة خنق النباتات وكنتيجة لتقليل الأحياء الدقيقة خاصة إذا حدث الفيضان في فصل النمو.

٣- يسبب أضرار بمنازل السكان والمنشآت الصناعية بالمنطقة.



شكل ٤٢: يوضح أضرار الفيضان في إحدى المناطق.

والسيطرة على الفيضان تستخدم بعض الإجراءات بالإضافة إلى إجراءات صيانة التربة المتبعة وتشمل هذه الإجراءات:

١- إنشاء الحواجز [illegible]

٢- [illegible]

المتوقعة لأقصى فيضان. والسدود ذات الأغراض المتعددة تعطي عائد اقتصادي من خلال استغلال الماء أو الطاقة الكهربية أو استعمالات أخري . والماء خلف السد يتحرك ببطء شديد ولذا فإن أغلب الحمولة تترسب خلفه مما يقلل من سعة الخزن. ولإبقاء السد المقام للفيضان مفيد يجب تقليل التعرية للمنطقة التي تصرف مياهها فيه للحد الأدنى.

٣- **برك المزرعة** :تشيد برك المزرعة لخزن ماء الجريان لأغراض عديدة حيث يستخدم الماء لسقي المواشي والري والحماية من الحريق وتربية الطيور والأسماك والسياحة والتجديف.



شكل ٢٥: يوضح تشييد برك المزرعة لاستخدامها في سقى المواشي.

أسئلة

على الوحدة التعليمية الخامسة

١- ما هي المعلومات الطبيعية التي تعطي فكرة عن نموذجية الأرض ؟

٢- ماهي الأضرار التي تسببها الفيضانات وكيف يمكنك السيطرة عليها ؟

٣- أكمل ما يأتي:

الفوائد اللازمة في صيانة التربة لتقليل أي فيضان هما :

أ- ....

ب- ....

الوحدة التعليمية السادسة

التعرية الهوائية وطرق التحكم فيها

Wind erosion and its control

الأهـــداف:

بعد دراسة الوحدة التعليمية السادسة يجب أن يكون الطالب قادراً على:

١ ــ التفرقة بين دور كلاً من الهواء والماء فى تعرية التربة.

٢ ــ التعرف على صور حركة حبيبات التربة المنقولة بواسطة الرياح وميكانيكية التعرية بواسطة الهواء.

٣ ــ اقتراح بعض الطرق التي تقلل سرعة الرياح عند سطح الأرض.

٤ ــ حساب كمية التربة المفقودة بالرياح.

٥ ــ أن يكون ملماً بوسائل صيانة الأراضي من التعرية الهوائية.

٦ ــ التخطيط الجيد لحماية للتربة من التعرية الهوائية.

العناصـــــر:

١- حركة الحبيبة المنقولة بواسطة الرياح.

٢- العمل على تقليل فعل الهواء.

٣- طرق المحافظة على الأرض.

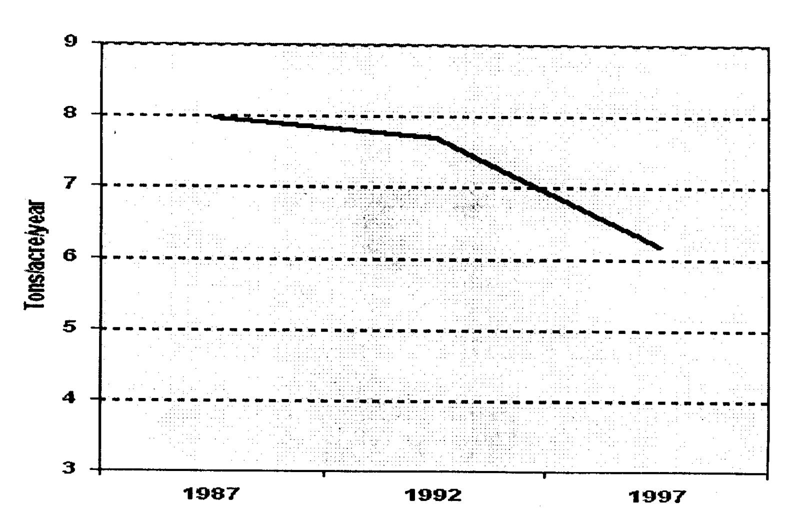
٤- وسائل صيانة الأراضي من التعرية الهوائية.

٥- الطرق العامة للزراعة الجيدة.

٦- الإجراءات الخاصة للتعرية الهوائية.

التعرية الهوائية وطرق التحكم فيها
Wind Erosion and Its Control

تختلف الظروف التي يعمل فيها الهواء كعامل من أهم عوامل النحر والتعرية عنها عندما يعمل الماء علي التعرية في التربة فالهواء يعجز عن أن يعري الأرض المبتلة أو التي تنديها الرطوبة إلا أنه يتفق مع الماء في أن كلاهما يعجز أن يعري التربة التي يغطيها الغلاف النباتي إذ أن الغطاء يضعف من فعل الرياح كما يقلل من شأن الماء الساقط وبالتالي نجد أن كلاً من العاملين لا يقدران علي انتزاع حبيبات التربة من تحت الغطاء النباتي سواء كان من النباتات المزروعة أو الحشائش طويلها أو قصيرها **(Weeds or grasses)**.



شكل يوضح كمية التربة المفقودة من إحدى المناطق بواسطة الرياح خلال الفترة من ١٩٨٧ إلى ١٩٩٧.

ويظهر فعل الهواء واضحاً في الأراضي قليلة الأمطار أو المعدومة حيث تكون التربة جافة تماماً وفي معظم الحالات تكون خاليةً من النباتات لقلة المياه. ولا يعني هذا أن الأراضي المعرضة لمقادير مناسبة من الأمطار لاتتعرض للأثر الضار للرياح إذ كثيراً ما تحدث التعرية في الأراضي الرملية أو الأراضي ذات النسب العالية من المواد العضوية (**peaty soils**) أنهما يجفان بسرعة في الوقت الذي لا يغطيهما فيه نباتات كثيفة تعمل علي حماية التربة من النقل بفعل الرياح خصوصاً وأن الحبيبات في الأولي مفردة غير متماسكة وفي الثانية خفيفة الوزن يسهل علي الهواء نقلها.

وعادة ترتفع حبيبة التربة المنقولة بالهواء إلي ارتفاع أقصاه قدم إلا في بعض الأحوال النادرة وعندما تشتد الرياح وتتحرك الحبيبة مرتفعة ثم تسقط لترتفع ثانية بمعدل ٢٠٠ ــ ١٠٠٠ مرة في الثانية الواحد وفي كل مرة تتحرك فيها نازلة إلي الأرض تصدم بسطح التربة فتثير الحبيبات الناعمة (**dust**) وينقلها الهواء ليحملها إلي مسافات بعيده ويمكن تفسير سقوط الحبيبة وارتفاعها وهكذا بأن الرياح لا تسير بسرعة ثابتة مستمرة بل يكون تحرك الرياح شبيهة بالموجات فعندما تقل السرعة تسقط الحبيبة ولا تلبث سرعة الرياح أن تزداد فترتفع الحبيبة ثانية وهكذا حيث ترتفع مع كل نفحة من الهواء.

- **<u>حركة الحبيبة المنقولة بواسطة الرياح:</u>**

تتحرك حبيبة التربة المنقولة بواسطة الرياح في أكثر من صورة ويرجع ذلك إلي نوع الرياح وشدتها ونذكر فيما يلي أهم هذه الصور:-

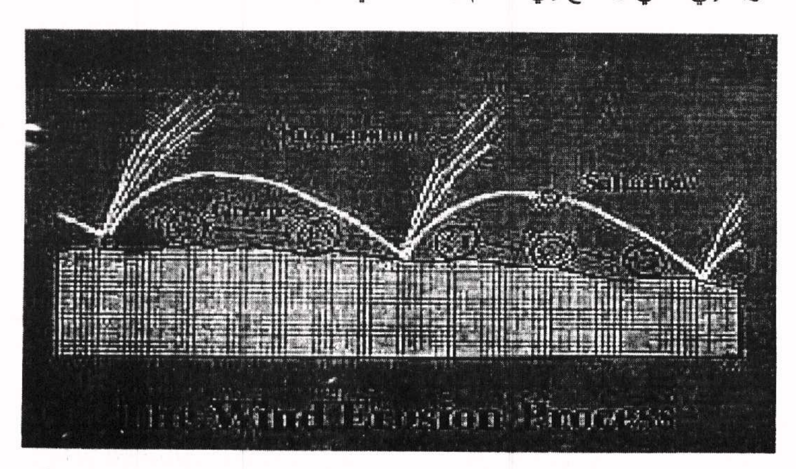
<u>أ ــ الحركة الشبيهة بالقفز :(Salutation)</u>

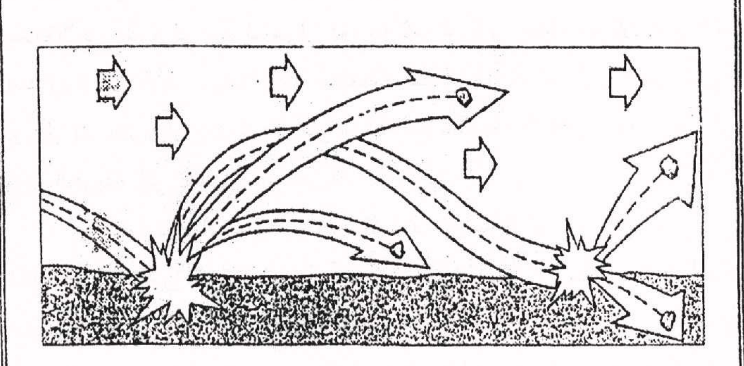
يعتقد الكثيرون أن الرياح تسير في اتجاه مستقيم فقط ولكن في الحقيقة تتجه الرياح باستمرار إلي الأمام في خط مستقيم في اتجاه مغزلي الشكل (**Movement spinning**) أي يشبه إلي حد كبير شكل القمع.

ومثل هذه الرياح تكون حركتها علي صورة نفحات قوية (**Puffs**) مفاجئة ومتتالية تشبه تلك التي تصدر عن الإنسان عندما يحاول أن يطفئ شمعة ويطلق

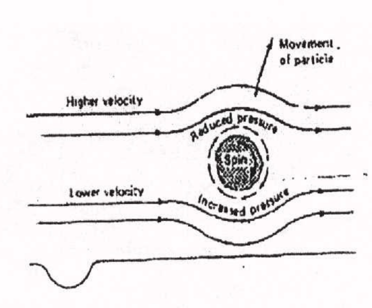
علي هذا النوع من الرياح (**Eddies**) وتنحرف الرياح في اتجاهه عن المستقيم لميله متأثراً بمجالات الرياح خصوصاً عندما يكون عمودياً علي هذه المجالات وقد يأخذ في حركته شكلاً شبيهاً بدوران عجلة العربة كما أنه قد يأخذ شكلاً متداخلاً بين المغزلي مع استمرار دورانه كما لو كان عجلة ويمكن تتبع الأشكال المذكورة في الأيام الهادئة عند ملاحظة تحرك ما تحمله الرياح من أتربة أو أوراق (أوعفش) أو عند إشعال نار مدخنة مع ملاحظة الدخان وتحركه مع الهواء مبيناً الطريقة التي يسلكها عند تحركه.

وعندما تتحرك حبيبة التربة المنقولة بواسطة الرياح التي تتحرك علي شكل مغزلي تكون حركة الحبيبة أشبه ما يكون بالقفز أو بشكل الكرة المطاطية عند إلقائها علي الأرض (**Bounce**) وترتفع حبيبة التربة بفعل حركة عمود الهواء حركة مغزلية وتندفع مع ارتفاعها إلي الأمام نتيجة لحركة الرياح لتستقر علي الأرض ليرفعها عمود الهواء ثانية عندما تهب نفحة ثانية وهكذا ترتفع حبيبة التربة إلي أعلي وتندفع إلي الأمام وتسقط علي الأرض.





كروكى يبين الحركة المتتابعة (الوثب) Saltation



شكل يبين الحركة المغزلية الدورانيه لحبيبة الرمل المتنقلة بطريقة الوثب

المصدر: صيانة أراضي، محمد عصام وآخرون- جامعة القاهرة

والارتفاع الذي تصل إليه الحبيبة وعدد المرات التي تقفزها الحبيبة والمسافات التي تقطعها تتوقف علي كثير من العوامل وعادة ترتفع الحبيبة إلي مسافة أقصاها قدم إلا فيما ندر وتقطع في حركتها الجانبية في اتجاه الرياح حوالي أربعة أمثال ما تقطعه في اتجاهها إلي أعلي. أما عدد حركاتها في الثانية الواحدة فتتراوح بين ٢٠٠ و ١٠٠٠ مرة.

ويتوقف الارتفاع الذي تصل إليه الحبيبة علي عاملين مهمين هما:

١) مقدار الحركة المغزلية التي تعانيها الحبيبة.

٢) قوة الرياح العاملة علي رفع حبيبة التربة من سطح الأرض.

ومن الطبيعي أن حجم الحبيبة وشكلها لهم كبير الأثر علي مدي سهولة تحركها كذلك كثافتها.

والحركة الدورانية تثير حبيبات التربة والرمال لتحركها حرك التفافية تؤدي إلي انتزاعها من التربة وتظل متحركة في عمود الهواء الذي يتحرك خلاف حركته الدورانية حركة إلي الأمام تؤدي إلي نقل الحبيبات وبالتالي تعرية التربة التي تأخذ شكلاً واضحاً يتوقف علي مدي واتجاه الرياح ونوع حركته.

ب – حركة الأتربة (Dust) والحبيبات الصغيرة العالقة بالهواء:

عندما تسقط حبيبة التربة الكبيرة نوعاً ما علي سطح الأرض فإنها تثير حبيبات التربة الصغيرة والأتربة التي بحكم صغرها من ناحية وأحاطتها بغلاف هوائي يعمل علي تقليل كثافتها من جهة أخري تصبح لها القدرة علي أن تظل عالقة في الهواء ويساعد صغر حجمها هذا علي أن ترتفع بواسطة الهواء إلي أعلي لينقلها إلي مسافات طويلة ويطلق عليها أنها معلقة في الهواء ويتحكم في وضعها ومدي ثباتها كتلة الحبيبة وسرعة الريح التي تحملها.

ومثل هذه الحبيبات قد تتحرك إلي مسافات بعيدة حيث أنها قد تحمل علي ارتفاعات بعيدة الأمر الذي يترتب عليه ضياع الحبيبة الصغيرة من الحقل نهائياً وتزداد علي حساب ذلك نسبة الحبيبات الكبيرة بالتبعية ولما كانت الحبيبات الصغيرة هي المسئولة عن المختزن من الغذاء النباتي يعتبر ضياعها خسارة كبيرة

جداً من الناحية الزراعية إذ ترتبط معظم خواص الأرض الطبيعية علي الحبيبات الدقيقة كما ترتبط بها أيضاً الكثير من الخواص الكيماوية.



شكل يوضح الحبيبات العالقة في الهواء.

ج ــ الحبيبات الزاحفة علي سطح الأرض:

عندما يعجز تيار الهواء عن أن يرفع حبيبة التربة بأحد الصورتين المذكورتين إما لضعف قوة الرياح أو لكبر حجم الحبيبة فإنه قد يقوي فقط علي دفعها علي سطح الأرض لنقلها زاحفة علي التربة وعند تحركها قد تصدم حبيبات أخري صغيرة تدفعها ليؤثر عليها الريح وعندما تقل أحجام الحبيبات أو تزداد سرعة الرياح قد تصبح عالقة.

ويعجز الريح علي حمل حبيبات التربة إذا قلت سرعته عن ٨ ــ ٩ ميل في الساعة في الطبقة الملامسة لسطح التربة وإلي ارتفاع لا يزيد عن ٦ بوصات من السطح. ويعمل الغطاء النباتي علي تقليل سرعة الريح الملامس لسطح

الأرض لذلك فهو يعمل علي تقليل أثر الرياح أو حتى يعمل علي إعدام الأثر علي حبيبات التربة وبذلك يحفظها من النحر. وللرياح كبير الأثر علي الأرض وحبيباتها فبالإضافة علي أنها تعمل علي نقل حبيبات التربة فإن لها فعلاً طاحناً إذ تعمل علي تكسير الحبيبات ويلاحظ ذلك عند تتبع حبيبات الرمل المنقولة إذ نجد أنها أحياناً تكون ذات حواف مهذبة دليلاً علي أنها عند احتكاكها بعضها ببعض تفقد حوافها الحادة كما نجد أن البعض الآخر يكون منقولاً من مسافات قريبة ولم تتأثر حوافه كثيراً بل ما زالت حوافه حادة. ويذهب الريح بالغذاء النباتي المختزن في التربة وبقايا النباتات وبعض الحبيبات الدقيقة الأمر الذي قد يصحبه في كثير من الأحيان نقص خصوبة التربة. هذا بالإضافة إلي أن سرعة الرياح تزيد من عمليات التبخير من التربة ولما كانت الرياح تزداد شدتها علي حواف الوادي والدلتا لذلك يظهر أثرها بأجلي صورة علي الناحية الغربية من وادي النيل والدلتا وهي أراضي رملية تفتقر إلي الرطوبة لذلك كان الإسراع في التبخير منها يعتبر من عوامل ضعف الإنتاج وقلة المحصول.

(٣) العمل علي تقليل فعل الهواء:

تعتبر الرياح من أهم العوامل التي تحد من استخدام كثير من المساحات في العالم بل وتعتبر أيضاً من العوامل التي تؤدي إلي ضياع كثير من الأراضي المنزرعة فعلاً في كثير من المساحات سواء في أنحاء العالم أو في جمهورية مصر العربية إذ كثيراً ما يؤدي فعل الرياح بخصوبة التربة . ولعل رياح الخماسين التي تهب علي مصر بما تحمله من رياح وأتربة مثلاً واضحاً للفعل الضار أو السيئ الذي تسببه الرياح التي تظل محملة بحبيبات الرمال لتنقلها من مكان إلي مكان آخر وذلك خلال مدة خمسين يوماً كل عام خلال الفترة ما بين منتصف مارس وأوائل مايو.

والأرض العارية عندما تتعرض لفعل الرياح تصاب بضرر بالغ مالم يغطيها طبقة من قشرة متماسكة وكلما ذادت نسبة الرمال أو الحبيبات الفردية في التربة كلما زادت قدرة الرياح علي تعرضها إذ يصبح بناء الأرض (**Structure**

less) أما الحبيبات المركبة فأثر الرياح عليها قليل وينعدم عندما تزيد نسبة الرطوبة بها حتى وإن كانت الحبيبات المركبة هذه في صورة تجمعات كاذبة.

وأهم طرق المحافظة علي الأرض تعتمد علي تقليل سرعة الرياح سواء عند سطح الأرض أو أعلي قليلاً ويكون ذلك بالعديد من الطرق أهمها ما يلي:

١ – إقامة العوائق والأسيجة.

٢ – المزروعات والمتخلفات.

٣ – البناء المتكتل وعمليات الخدمة المناسبة.

٤ – الخطوط والمصاطب.

٥ – الرطوبة وحفظها.

١ – إقامة العوائق والأسيجة:

تعمل العوائق والأسيجة علي تقليل سرعة الرياح قرب سطح الأرض بحيث لا تتعدي سرعتها القدر المذكور سابقاً وهو ٨-٩ ميل في الساعة عند سطح التربة هذه العوائق يجب أن تكون متجاورة ومتلاصقة بحيث لا تترك للرياح أي منفذ تمر خلاله لتثير الأرض ويشترط فيها أن تكون من الأشجار الطويلة التي يمكنها أن تعيش تحت الظروف القاسية التي توجد فيها وعندنا في مصر يستعمل لهذا الغرض إما أشجار الكافور أو الجازورينا وإن كانت الثانية تفضل الأولي في كثير من الأحيان رغم أن الأولي تفوقها في الطول ويرجع أفضلية الثانية إلي أنها من الأشجار الناجحة في الأراضي غير الخصبة والأراضي قليلة الري خصوصاً في فترة حياتها الأولي بعكس الكافور الذي يحتاج إلي عناية كبيرة في أول حياته كذلك يشترط في الأشجار المختارة للسياج أن تكون مانعة قدر الإمكان للرياح من الدخول.كما أنها تكون مرتفعة بقدر مناسب إذ كلما زاد الارتفاع كان الأثر الناتج عنها كبيراً.

ومن المعروف أنه عند حساب المسافة اللازمة لعمل المصدات تحسب المسافة بين السياج والآخر خمسة أمثال ارتفاع السياج نفسه فعلي سبيل المثال نجد أن مصد الرياح الذي ارتفاعه ٣٥ قدماً قد قلل سرعة الرياح عند سطح الأرض

بحيث ظهر أثره إلي حوالي ١٥٠ قدماً حيث أنقص سرعة الرياح من ٣٠ أو ٢١ ميلاً في الساعة لتصل إلي ٨ أو ١٠ ميل علي بعد ١٠٠ و٢٠٠ قدم عن السياج علي الترتيب وهي السرعة المسموح بها والتي إذا ذادت سرعة الرياح عنها أصبحت خطيرة. هذا وقد يمتد أثر الرياح إلي أكثر من ١٥٥ قدم في بعض الحالات كأن تكون الرياح غير عنيفة السرعة.

ويستعمل لهذا الغرض الكثير من النباتات وعلي الزارع أن يتخير أنسبها لأرضه حيث أن فشل السياج معناه فشل الزراعة أو تأخيرها أو ضياعها حسب شدة الرياح.

وتعتبر عملية زراعة وصيانة الأسيجة هي أولي خطوات الزراعة في الكثير من الأراضي المصرية إذ كثيراً ما تفشل زراعة المنطقة المعرضة لرياح الخماسين الشديدة في مصر لفشل المصدات.

ولا يقتصر الأمر أحياناً علي عمل المصدات لسهولة الزراعة بل أحياناً لا تتم عملية التسوية أو التجهيز الأولية في بعض الأراضي إلا بعمل أسيجة أو عوائق لحماية الأراضي التي تقوم فيها عمليات التسوية من سفي الرمال وتحركها علي الأرض السابق تسويتها كما في بعض المناطق في الساحل الشمالي وفي منطقة البصولي في إدكو إذ يلجأ مصلح الأرض إلي تثبيت الرمال علي الكثبان الرملية بزراعة بعض النباتات وأشجار الأكاسيا وغيرها وفي غياب مثل هذه الشجيرات أو تعذر نموها قد يلجأ مصلح الأرض قبل تسويتها إلي عملية التذريب (إقامة سياج من الذرب أو الغاب أو البوص) في الجهة التي تأتي منها الرياح لإضعاف أثرها من ناحية ومن ناحية أخري إسقاط أكبر كمية من الرمال التي تحملها الرياح بغرض تكوين سياج من الرمال يعيق حركة الرمال الأخرى وفي مثل هذه الحالة يجب العناية بمثل هذه الأكوام من الرمال حتي لاتزحف علي الأراضي المستصلحة إلي أن يتم نمو الأسيجة.

وفي مصر تزرع الأسيجة أكثر من صف بينها مسافات مناسبة بحيث أن يكون السياج مانعاً لدخول الرياح إذ لا معني أن يمر جزء من الرياح من بين أشجار السياج وبذلك تكون الفائدة أعم.

٢ ـ المزروعات والمتخلفات

من أهم الدراسات الواجب الاهتمام بها عند استبيان مدي تأثير الرياح الضارة علي منطقة من المناطق ومدي النحر في أرضها بفعل الرياح هو استبيان نوع الزراعة المتبعة بالأرض ، هل هي من أراضي الغابات أو المراعي أو المحاصيل ونوع المحاصيل التي تزرع والمحصول السابق وحالة نموه ومقدار المتخلفات عنه وتأثيرها في حماية الأرض من عملية التعرية.

وإتباع دورة زراعية خاصة في مثل هذه الأراضي المعرضة لعمليات النحر كثيراً ما تنقذها من الضرر الناتج عن فعل الرياح أو علي الأقل تقلل من الفعل الضار للرياح . ولما كان كشف التربة من النباتات قد يعرضها إلي الرياح لذلك قد يحسن تحميل المحاصيل بحيث يجمع المحصول الرئيسي ويترك المحصول المحمل إلي أم يزرع المحصول التالي وهكذا يظل الغطاء النباتي يكسو التربة طوال العام أو علي الأقل خلال الفترة التي تشتد فيها الرياح.

عندما نعجز عن إتباع مثل هذه الدورة يجب علي الأقل الإبقاء علي أكبر جزء من بقايا النباتات السابق وجودها في التربة وتعويض الغطاء النباتي المناسب . كذلك عند وجود حشائش طويلة ضارة (Weeds) ونريد مقاومتها لانحاول إتباع الطرق التي نلجأ إليها في الأراضي العادية بل نعمل علي أحد أمرين:

أ- معاملتها من تحت التربة مع عدم إثارة سطح الأرض ما أمكن.

ب-العمل علي مقاومتها باستخدام المبيدات الكيماوية.

ويفضل الطريقة الثانية حتي لاتكون هناك أي إثارة للتربة خصوصاً عند وجود حشائش ذات ريزومات الأمر الذي يتطلب تنقية التربة وزيادة الحبيبات السائبة.

وقد يكون المحصول السابق ذو قش ممكن الإبقاء عليه ليعطل فعل الرياح ويحسن عند جمع المحصول ترك أكبر جزء من النبات وتزرع بذور النباتات الجديدة بين القش المتروك وهذه وإن قل أثرها عن نظام التحميل إلا أنها أفضل كثيراً من ترك الأرض عارية.

وقد يلجأ زراع الأرض المعرضة لفعل الرياح إلي زراعة أشرطة من محاصيل خاصة وسط حقول القمح للعمل علي حمايتها من فعل الرياح خصوصاً عندما تكون النباتات قصيرة ولا تعتبر غطاء كافياً للتربة فينزرع الريح حبيباتها أما في المناطق التي يتبع فيها نظام الري يمكن إتباع دورة زراعية تشمل النباتات البقولية أو الحشائش مع محاصيل الحقل وفي مديرية التحرير تزرع مساحات شاسعة من البرسيم الحجازي لهذا الغرض.

٣ــ البناء المتكتل وعمليات الخدمة المناسبة

الأراضي الثقيلة ذات التجمعات المتكتلة لاتؤثر عليها الرياح بشدة بعكس الأراضي الرملية السائبة.

وبين النقيضين كثير من الأراضي الخصبة التي قد تؤثر فيها الرياح تأثيراً متبايناً حسب تركيبها الميكانيكي ويساعد علي المحافظة عليها من الرياح إتباع عمليات خدمة مضبوطة في الأوقات وتحت الظروف المناسبة وبذلك تبقي علي الأرض خصوبتها إذ تحفظها من فعل الرياح الضار.

ويجب أن تتم عمليات الخدمة بسرعة إذ عادة يعمد الزراع إلي استخدام المحراث القرصي المثبت به آلة إنذار وبذلك تحل البادرات محل المحصول القائم وبذلك لا يترك فرصة للرياح أن تعمل علي نقل حبيبات التربة بل يظل المحصول القائم يعيق حركة الرياح قرب سطح التربة. والعمل علي تكوين قلاقيل بالتربة وسيادة البناء المتكتل يعمل علي حفظ الأرض من تأثير الرياح مهما زاد عرض الحقل إذ وجد أن الرياح لم يتأثر بها حقل بنائة متكتل حتي عندما بلغ عرض الحقل المعرض للرياح ٦٦٠ قدم. كذلك وجد أن رفع جزء من تحت التربة إلي

السطح في بعض الظروف أفاد كثيراً في حفظ الأرض من فعل الرياح إذ يؤدي ذلك إلي وجود الكتل **Clods** علي السطح.

ويوجد الكثير من آلات الخدمة التي يمكن استخدامها للغرض السابق مثل المحاريث القلابة لتحت السطح أو الأمشاط بل ويلجأ الإنسان أحياناً إلي عدم إجراء عمليات الخدمة بتاتاً خصوصاً في الأراضي الرملية لمنع إثارتها.

وينصح الكثيرون بإستعمال المحراث القرصي ولعمق سطحي حتى لاتتأثر التربة بالقدر الذي يؤدي إلي تكسير التجمعات فتتعرض إلي مهاجمة الرياح ونقل حبيباتها.

<u>٤ ـ الخطوط والمصاطب</u>

من الملاحظ أن التأثير الضار للرياح كعامل من أهم عوامل التعرية وضياع التربة يقل كثيراً عندما تكون الأرض علي شكل خطوط بدلاً من أن تكون مستوية السطح حيث تعمل هذه الخطوط المحافظة علي التربة إلي أقصي حدود المحافظة. ومن الملاحظ أن النحر يكون في الجزء العلوي من الخط بينما لاتتأثر المناطق المتوسطة بين الخطوط بل قد تسقط أحياناً بعض الحبيبات في بطن الخط من الجزء العلوي منه إذ تعمل الخطوط علي كسر حدة الرياح إذ يؤدي وجودها إلي أن يصطدم بها الريح فتقل سرعته علي سطح التربة بعكس الحال في الأراضي المستوية حيث يزداد الفعل الضار للرياح خصوصاً عندما تكون الحبيبات سائبة حيث يظهر الأثر الكانس للرياح. وتحدث أحياناً خسائر كبيرة من إهمال إقامة الخطوط في التربة.

وقد نعمد إلي عمل المصاطب بدلاً من الخطوط وهذه المصاطب قد تكون ذات أثر مزدوج إذ بالإضافة إلي أنها تعمل علي تقليل النحر سالكة مسلك الخطوط فإن وجودها أيضاً قد يكون عاملاً علي حفظ الرطوبة بالأرض وهذا يؤدي إلي إيقاف فعل الرياح الناقل.

٥ـ الرطوبة وحفظها

كلما ذادت كمية المطر الساقطة أو الرطوبة المحفوظة في الأرض خصوصاً في الطبقة السطحية كلما قل الأثر الضار للرياح وكلما حفظت الأرض وخلال مدة الجفاف التي تتعرض لها الأرض الشراقي Fallon تتعرض لعملية الإسفاء (السفي) (Drift) بمقادير متفاوتة فمثلاً الأرضي المتوسطة القوام لاتتعرض للسفي بالقدر الذي تتعرض له الأرض الرملية الناعمة.وكما تنقل الرياح الحبيبات السابقة وعند نقص الرطوبة قد تنقل المادة العضوية. هذا وقد تعمل الخدمة السطحية للتربة تحت ظروف احتوائها علي نسبة عالية من الرطوبة إلي زيادة نسبة الكتل في التربة.

وعلي العموم يمكن القول أن عمليات التعرية بالرياح يمكن أن تحدث حتى في الأراضي الطينية والسلتية علي السواء . فيلاحظ في بعض الأراضي الطينية أن تأخذ الأرض شكلاً مميزاً عبارة عن وجود أكوام من التربة في كل أجزاء الحقل وليس في جزء محدد منها. وقد يظهر هذا الأثر بأوضح صورة عندما تكون الأرض طينية جيرية (**Calcareous soil**) والأرض السلتية تتأثر أيضاً بدرجات متباينة ولكن بقدر أقل إلا أن عمليات التعرية تضر بإنتاجيتها ضرراً ملحوظاً حيث أنها قد تتعرض إلي فقد حبيباتها الدقيقة المسئولة عن خصوبة الأرض وتعديل كل من خواصها الطبيعية والكيماوية.

❖ **تقدير التربة المفقودة بواسطة الرياح:**

يحتاج ذلك إلي مجهودات عديدة ولجمع المزيد من البيانات التجريبية الحقلية والتي تسمح بحساب الثوابت وقد طور Chepil معادلة لتقدير الكمية المحتملة للتعرية الهوائية تحت ظروف محلية وذلك في عام ١٩٦٣ والمعادلة في هذه الصورة

$$E = F(I, C, K, L, V)$$

E هي كمية التربة المفقودة بواسطة الرياح ،

I القابلية للتعرية الهوائية،

C عامل يمثل الظروف المناخية المحلي (الرياح) ،

K خشونة سطح التربة ،

Lعرض الحقل في اتجاه الرياح السائدة ،

V مقياس للغطاء النباتي ،

وقد وجد أن كمية التربة المفقودة كانت ٢٢٢,٥ كجم / ساعة.عند سرعة رياح ٢٩ كجم /ساعة ، ٤٥٠كجم/ساعة عند سرعة ٤٠ كجم /ساعة.

وهذا يوضح أن الحركة تتناسب مع مربع السرعة ويوضح خطورة التعرية الهوائية والتي هي علي نفس خطورة التعرية المائية.

❖ وسائل صيانة الأراضي من التعرية الهوائية

أولاً الطرق العامة للزراعة الجيدة:

١)استعمال الأرض:

- الإدارة الجيدة والمعاملة المناسبة للمحاصيل والتربة يمكن أن تؤدي للسيطرة علي التعرية الهوائية والإجراءات بسيطة لاتحتاج لتغير منهج المزرعة الطبيعي والمحاولة الأولي لحل المشكلة هي استعمال الأرض بطريقة جيدة الاستعمال المناسب بالإضافة لوجود تفاوت بين المزارعين (انجراف التربة من مزرعة يؤدي لضياع المجهود والمبذول لصيانة مزرعة أخري).
- فترات الجفاف الطويلة ينتج عنها أضرار كبيرة علي المحاصيل المزروعة والأرض لذلك ترك الأرض كمراعي أو مغطاة بنباتات دائمة أفضل من زراعتها بمحاصيل . هذه الأراضي يمكن استخدامها كمراعي أو لإنتاج الدريس أو غابات وعلي المزارع لاختيار النظام الاقتصادي أو البيئي الخاص به. كذلك يمكن ممارسة دورة زراعية بها نسبة كبيرة من محاصيل إنتاج الدر يس أو المراعي وكلما قل خطر التعرية الهوائية تقل نسبة المحاصيل الكثيفة وتزيد نسبة المحاصيل المتباعدة.
- في الأراضي التي تبور خلال فصل الصيف لابد من استخدام عملية الحرث بأقل ما يمكن مع ترك أعقاب المحاصيل ومخلفات النباتات علي الأرض.

٢) عملية الحرث :

والتي تنتج السطح الكتلي تفضل مع غطاء من النباتات في المساعدة على السيطرة علي التعرية وعملية الحرث الخشنة لها عدة مزايا:

١- تمسك الجسيمات القافزة.

٢- تقلل من سرعة الريح عند سطح التربة.

٣- تمنع الكتل ومخلفات المحاصيل لتكسر الجسيمات الصغيرة يمكن جرفها .

٤- تزيد معدل الترشيح وتقلل الجريان السطحي.

وبقايا المحاصيل والأعقاب أكثر فائدة في الأراضي الرملية.. والأراضي المعرضة للتعرية الهوائية يجب حرثها أقل ما يمكن من المرات والمحراث القرصي ذو الاتجاه الواحد يفضل استخدامه بدلاً من المحراث القلاب المطرحي . كذلك يمكن استخدام الأمشاط القرصية التي سوف نترك غطاء من المخلفات يفيد في مقاومة التعرية.

(٣) تغذية النبات :

الغطاء الخضري هو أحسن إجراء واقي ضد التعرية الهوائية، والأراضي التي لايمكنها إنبات غطاء خضري تام تكون معرضة للتعرية الهوائية بشكل كبير كذلك الأراضي التي تعاني من نقص الماء . وتغذية النبات وسيلة رئيسية بالإضافة للعوامل الأخرى لإنبات غطاء نباتي قوي بالإضافة لأن النباتات المسمدة جيداً تكون أكثر كفاءة لاستخدام الماء المتوفر.

(٤) إدارة الماء :

يجب العمل علي احتفاظ التربة بالماء بعدة ممارسات بعمل الخطوط وترك شرائح الأعقاب العمودية وكذلك تستخدم الخطوط الكنتورية لتقليل الجريان وزيادة الكمية الممتصة في التربة وقد تستخدم مصاطب متتالية لحجز الماء عدة مرات قبل خروجه من الحقل وتسمي هذه الطريقة بطريقة نشر الماء وهي تقلل خطر الجريان بصورة كبيرة كذلك تزيد من الكمية الممتصة في التربة وتقلل من التعرية الهوائية عن طريق تشجيع نمو محاصيل أكثر قوة.

ثانياً : الإجراءات الخاصة للتعرية الهوائية :

١) **التغطية** : حفظ مخلفات المحصول بالقرب من السطح يقلل من خطر التعرية وتمثل مرحلة ضرورية للأرض الزراعية القابلة للتعرية الهوائية. والغطاء له ميزة كبيرة للسيطرة علي التعرية الهوائية والمشاكل التي تقابل الغطاء بالمناطق الجافة أقل منها في المناطق الرطبة.

٢) **الزراعة الكنتورية**: في المناطق الجافة والشبه الجافة حيث أغلب التعرية الهوائية الخطرة تعتمد الزراعة الاقتصادية علي استعمال التبوير الدوري

لخزن الرطوبة لاستعمالها من قبل المحاصيل التالية . فالمناطق البور أكثر عرضة لخطر التعرية كذلك كانت الزراعة الشريطية حلاً لهذه المشكلة عن طريق تقسيم الحقول لشرائح متعامدة من البور والحبوب وهذه الشرائح مستقيمة وعمودية علي اتجاه الريح السائد ويمكن أن يحدث انجراف في الشرائح المبورة . أقل عرض للشرائح يجب أن يكون أقصي مسافة تستطيع حبيبة التربة أن تقطعها بقفزة واحدة مع عامل أمان معقول ونادراً ما تكون الشرائح عرض أقل من ٦ م والشريحة الأكثر شيوعاً هي ٦ م والعرض الحقيقي المستخدم في العادة يكون ضعف الآلة المستخدم في الزراعة.

٣) **<u>مصدات الرياح</u>** : تستخدم مصدات الرياح للمساعدة في السيطرة علي التعرية الهوائية كذلك لحماية منشآت المزرعة أو السيطرة علي حركة الثلج أو تقليل فقد رطوبة التربة. والغرض الرئيسي لمصد الرياح كونه يمثل حاجزاً يعترض ويبطئ من سرعة الانسياب الطبيعي للريح أثناء عبورها فوق المنطقة المراد حمايتها وسبق الحديث عن مصدات الرياح .

٤) **<u>تثبيت الكثبان الرملية</u>**:تنتشر الكثبان الرملية علي طول سواحل البحار والبحيرات وفي المناطق ذات الأمطار القليلة والرمال المتنقلة تضر المحاصيل والأراضي في المناطق المجاورة لذلك من المهم تثبيت الكثبان الرملية كجزء هام من صيانة التربة. والكثبان الرملية تشتمل علي حبيبات كبيرة أو متوسطة تتحرك بأجمعها بواسطة القفز أو الزحف السطحي. يتعمد التثبيت علي تقليل سرعة الريح عند السطح أو تكوين غطاء خضري والوسيلة المعروفة لتقليل سرعة الريح هي استخدام مصدات للرياح وهي صعبة في الرمال الرخوة والغير خصبة والمتحركة وكذلك الرمال الخشنة. وأغلب محاولات السيطرة علي الكثبان الرملية تسعي لعمل غطاء خضري من النباتات بأستخدام أي نبات ينجح في ربط الرمال ببعضها ويكون قادر علي مواجهة الحمل المحمول بواسطة الريح ، ولا بد من أن يكون الجزء الهوائي له فوق الجزء المتجمع

وهذه النباتات عادة يكون لها ريزومات بعمق أو ينمو متمدد بسيقان راسخة لجذور ليفية عرضية غزيرة من أنواعها:

Red fieldia, Yellow grass, Beach grass

ويفضل الأنواع سريعة النمو وفي المناطق الأكثر رطوبة تزرع أشجار الصنوبر.تبدأ الزراعة من الجهة المواجهة للريح وتستمر سنة بعد أخري حتى يتم تغطية أكبر قدر ممكن.

٥) **<u>تثبيت الأراضي العضوية</u>**:بسبب انخفاض كثافة الأرض العضوية تكون تجمعاتها خفيفة الوزن وبالتالي تكون تجمعاتها شديدة التعرض للتعرية الهوائية. لذا يمكن أن تقاوم التعرية الهوائية عن طريق النباتات الكثيفة الدائمة أو بإستمال مصدات الرياح. وحيث أنه لا يمكن إبقاء غطاء خضري بصورة دائمة، فالإجراءات الأكثر نجاحاً هو زراعة مصدات الرياح وتشكل تكلفة إنشاء هذه المصدات ضياع قيمة كبيرة من دخل المزرعة إلا أنه يمكن تعويض هذه القيمة بحماية المحاصيل المزروعة في هذه الأراضي والضرر الأكبر الذي ربما يحدث في هذه المصدات هو أن الظروف الرطبة خلف المصد علي الأرض العضوية قد تؤدي لانتشار وباء فطري للمحصول المزروع.

============

أسئلة
الوحدة التعليمية السادسة

١-علل: التأثير الواضح للهواء على الأراضي في المناطق الجافة عنه في المناطق الرطبة ؟

٢-تكلم عن أهم صور حركة الحبيبة المنقولة بواسطة الرياح ؟

٣-ماهي الطرق العملية لتقليل سرعة الرياح ؟

٤-أذكر المعادلة التي يمكن بواسطتها تقدير التربة المفقودة بالرياح ؟

الوحدة التعليمية السابعة

• أشكال التدهور

١ – التدهور الطبيعي ومقاومته

Physical Deterioration and its Control

الأهـــداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادراً على أن :

١- يفسر التغيرات الفيزيائية للأراضي .

٢- يتعرف على العوامل التي تؤدي إلى التدهور الفيزيائي للأراضي.

٣- يوضح العلاقة بين المناخ والعامل البشري والطبوغرافيا وصفات التربة في التأثير على الخصائص الفيزيائية للأراضي.

٤- لدية مهارة التعرف على الظواهر الدالة على التلف الفيزيائي للأراضي في الحقل.

٥- يتفهم ويخطط لمقاومة التدهور الفيزيائي.

٦- يذكر القيم والحدود لبعض المتغيرات ذات العلاقة بتدهور التربة الفيزيائي

العنـــاصر:

١- تعريف التدهور الفيزيائي .

٢- العوامل ذات العلاقة بالتدهور الفيزيائي (المناخ – التربة – الطبوغرافية – العامل البشري).

٣- الظواهر الدالة على التلف الفيزيائي .

٤- درجات التدهور الفيزيائي.

١- التدهور الفيزيائي ومقاومته

Physical Deterioration and its Control

يمكن أن يحدث التدهور الفيزيائي للأراضي كنتيجة لعدد من العمليات المتداخلة مع بعضها بما في ذلك تكون طبقة غي منفذة أو قشرة صلبة أو انخفاض المسامية أو الانضغاط **Compaction** أو نقص التهوية أو تهدم البناء وعدم قدرة الجذور علي الامتداد وأغلب هذه العمليات مرتبطة بنقص مسام الأرض.

وعند تقدير التدهور الفيزيائي تؤخذ العوامل الآتية في الاعتبار:

١- المناخ :

يستخدم دليل شدة المطر لتقدير مدي التدهور الفيزيائي إذ أن تكون الطبقة غير المنفذة أو القشرة الصلبة السطحية شديد الإرتباط بكثافة المطر وشدته. وتضاغط حبيبات الأرض وتهدم بنائها دالة لمرونة الأرض خلال تشبعها بالماء ولذا فهي أيضاً شديدة التأثر بمقدار المطر الساقط كما أن الغدق والري والغمر بالماء عوامل تؤثر علي التدهور الفيزيائي للأراضي .

٢ ــ الأرض :

الحاجة إلي المادة العضوية والنسبة العالية من السلت **(Silt)** الناعم هما العاملان المؤديان إلي انسداد الطبقة السطحية بتكوين طبقة غير منفذة .

والأراضي ذات الطين المفرق خاصة الأراضي الصودية معرضة تعرضاً كبيراً للتدهور الفيزيائي .(**ESP أكبرمن ٦٪**).

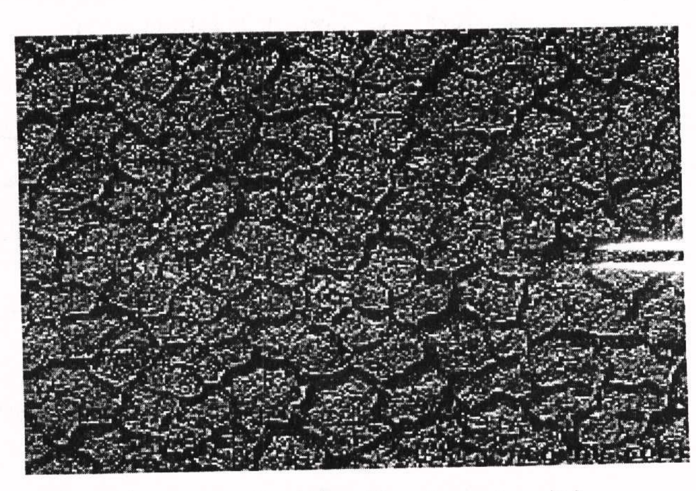
٣ ــ الطبوغرافية : (ناقش دورها)

٤- العامل البشري :

تتزايد احتمالات التدهور الفيزيائي عندما لايغطي المحصول سطح الأرض كله أو باستخدام الآلات الثقيلة وكذا يؤدي الإسراف في الري وزراعة الأرز إلي تزايد احتمالات التدهور الفيزيائي.

وتدل الظواهر الآتية علي التلف الفيزيائي للأرض:

- تجلد السطح وتكون قشرة عليه عقب العواصف.
- تليف مرقد البذرة وانخفاض نسبة الإنبات.
- زيادة جريان الماء وانخفاض نسبة الماء الميسر بالأرض.
- تهدم بناء التربة.
- تكون طبقة غير منفذة عند عمق الحرث.
- عدم تعمق الجذور أو توقف نموها عند الوصول إلي طبقة غير منفذة.
- تجمع الماء علي سطح الأرض وعدم نفاذه خلالها خصوصاً بعد العواصف.
- انخفاض الإنتاجية يبدأ في بعض البقع ثم يصيرعاماً في الحقل كله.



شكل يوضح بعض مظاهر التلف الفيزيائي للتربة.

- درجات التدهور الفيزيائي Physical Deterioration (P):

أ ـ الإرتفاع في الكثافة الظاهرية (النسبة المئوية للتغير بالنسبة للأصل)				
الكثافة أصلاً	١,٠جم/سم٣	١- ١,٢٥جم/سم٣	١,٢٥ـ١,٤جم/سم٣	١,٤ـ١,٦جم/سم٣
أ- النسبة المئوية للتغير				
لاشيء ـ ضعيف	٥ >	٢,٥ >	١,٥ >	١ >
متوسط	٥ -١٠	٢,٥ - ٥	١,٥ - ٢,٥	١ - ٢
مرتفع	١٠ - ١٥	٥ - ٧,٥	5.0 - 2.٥	٢ - ٣
شديدالإرتفاع	١٥ <	٧,٥ <	٥ <	٣ <

ب ـ بالنسبة إلي النفاذية (النسبة المئوية للتغير منسوبة للأصل)			
المستوي الأصلي	سريع ٢٠سم/ساعة	متوسط (٥ - ١٠ سم/ساعة	بطيء (٥سم/ساعة)
النسبة المئوية للتغير			
لاشيء ـ ضعيف	٢,٥ >	١,٢٥ >	١ >
متوسط	٢,٥ -١٠	١,٢٥ -٥	١ - ٢
مرتفع	١٠ -٥٠	٥ - ٢٠	٢ - ١٠
شديدالإرتفاع	٥٠ <	٣٠ <	١٠ <

أسئلة

على الوحدة التعليمية السابعة

١- أذكر ما تعرفه عن التدهور الفيزيائي وكيف يمكنك التميز بينهما ؟

٢- تكلم عن العوامل التي تؤثر على التدهور الفيزيائي؟

٣- كيف يمكنك التعرف على الظواهر الدالة على التدهور الفيزيائي ؟

٤- تكلم بالتفصيل كيف يمكنك مقاومة التدهور الفيزيائي ؟

٥- ماهي وسائل زيادة المادة العضوية بالأراضي ؟

الوحدة التعليمية الثامنة

٢- التدهور الحيوي ومقاومته

Biological Deterioration and its Control

الأهداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادراً على :-

١- تفسير التغيرات الحيوية للأراضي .

٢- معرفة العوامل التي تؤدي إلى التدهور الحيوي للأراضي .

٣- التعرف على الظواهر الدالة على التلف الحيوي للأراضي في الحقل.

٤- الفهم والتخطيط لمقاومة التدهور الحيوي.

٥- ذكر القيم والحدود لبعض المتغيرات ذات العلاقة بتدهور التربة الحيوي.

العناصر:

١- تعريف التدهور الحيوي.

٢- العوامل ذات العلاقة بالتدهور الحيوي (المناخ – التربة – الطبوغرافية– العامل البشري).

٣- الظواهر الدالة على التلف الحيوي.

٤- درجات التدهور الحيوي.

٢- التدهور الحيوي ومقاومته

Biological Deterioration and its control

النتيجة المباشرة للتدهور البيولوجي هي نقص المادة العضوية بالأرض الذي يؤدي إلي التدهور الفيزيائي ونقص العناصر المغذية وزيادة جريان الماء Run off والتعرية. كما أن نقص المادة العضوية قد ينتج عن التعرية ، وغي أننا سوف نعالج النقص في المادة العضوية الناتج عن المعدنة أي انحلال المادة العضوية دون التعرية.

ويجب التفريق بين المادة العضوية غير المقاومة (المادة العضوية الطازجة) والمادة المقاومة وهي الدبال Humus . فالتدهور الحيوي هنا هو معدنة المادة العضوية المقاومة أي الدبال.

العوامل المؤثرة في تقدير التدهور الحيوي :

١ ــ المناخ :

يعتبر النشاط الميكروبي العامل المؤثر في انحلال المادة العضوية وهذا النشاط نفسه يعتبر دالة لدرجة الحرارة والرطوبة الأرضية .

٢ ــ الأرض :

يختلف معدل الانحلال تبعاً لقوام الأرض (فهو أسرع في الأرض الرملية منه في الأرض الطينية) وطبيعة المادة العضوية (خاصة نسبة الكربون/النيتروجين) C : N Ratio ورقم الحموضة والنسبة المئوية لكربونات الكالسيوم ونسبة الرطوبة الأرضية الأعلى من السعة الحقلية.

<u>٣ ــ الطبوغرافية :</u>

يؤثر الميل علي درجة الحرارة والرطوبة غير أن زاوية الميل ذات تأثير ضئيل علي التدهور الحيوي وتأثير الارتفاع داخل في تأثير المناخ من خلال تأثيره علي درجة الحرارة.

<u>٤ ــ العامل البشري :</u>

تتحلل بقايا كل محصول بمعدل خاص بها طبقاً لنسبة C/N غير أن الغطاء النباتي الطبيعي والحاصلات تؤثر علي درجة حرارة الأرض بتنظيمها وبذا ينخفض معدل الانحلال . يهمنا حالة الاتزان بين ما يضاف للأرض من مواد عضوية وبين انحلال الدبال فإذا كان هذا الاتزان سلبياً فالأرض تفقد مادة عضوية وتتدهور حيوياً.

وتدل الظواهر الآتية علي التدهور الحيوي للأرض :

ــ نقص المادة العضوية بالأرض عندما لاتعوض بقايا النباتات ما يفقد من دبال بالإنحلال وتأخذ التربة لوناً فاتحاً.

ــ يزداد انسداد سطح الأرض وتكون القشرة السطحية ويزداد تدفق الماء ويقل تجمع حبيبات التربة علي السطح.

ــ نقص ديدان الأرض والنمل والقوارض.

ــ نقص الاستجابة للتسميد.

ــ أغلب الظواهر المستخدمة في تعريف التدهور الفيزيائي.

درجات التدهور الحيوي Biological (B)

الدرجة	النقص في الدبال (صفر- ٣٠ سم)
لاشيء - ضعيف	< ١٪ / سنة
متوسط	١ - ٢,٥٪ / سنة
مرتفع	٢,٥ - ٥ ٪ / سنة
شديد الارتفاع	> ٥ ٪ / سنة

❖ **مقاومة التدهور الفيزيائي والحيوي :**

من مراجعتنا المظاهر هذين النوعين من التدهور نجد أن التدهور الحيوي يؤدي إلي تدهور في الخواص الفيزيائية نتيجة لمعدنة المادة العضوية الأرضية التي تلعب دوراً هاماً في بناء الأرض وحجم المسام وبالتالي في نفاذية التربة وتهويتها وقد يؤدي أيضاً إلي ظروف تساعد الانجراف ولذا فعلاج التدهور الحيوي بإضافة المواد العضوية لتعويض الفقد المستمر في الدبال هو وقاية من التدهور الفيزيائي إذا لم تكن الخواص الفيزيائية قد تدهورت فعلاً نتيجة لمعدنة المادة العضوية.

ويحدث التدهور الفيزيائي لأسباب غير حيوية كما أشرنا مثل تضاغط التربة نتيجة استخدام آلات ثقيلة وفي مثل هذه الحالة تستبدل هذه الآلات بأخري تناسب الأرض ، كما أن الحرث العميق والقلب وسيلة لإعادة التربة لحالتها الطبيعية كما أنه وسيلة للتخلص من الطبقات الطينية المتماسكة.

فتعتبر عمليات مقاومة التعرية وسائل لتجنب التدهور الفيزيائي والحيوي ، كما أن وجود نظام صرف كفء يجنب التربة ارتفاع مستوي الماء الجوفي ونقص التهوية.

❖ **حفظ وزيادة المادة العضوية في الأرض :**

نظراً لاتساع رقعة الأرض الزراعية ، فمن الصعب عملياً واقتصاديا زيادة مستوي المادة العضوية في الأراضي زيادة معنوية وعلي وجه خاص في أراضي المناطق الجافة الحارة ، ومع ذلك فهناك بعض النظم الزراعية الغير عادية التي يستخدمها بعض الزراع وأنصار الزراعة العاديين المجاورين . ولذلك فمن الممكن رفع مستوي المادة العضوية في الأراضي إلي مستوي أعلي بطرق مختلفة عملية يمكن تطبيقها . وأفضل إضافة للمادة العضوية هي المادة الطازجة ، فهي توفر الغذاء اللازم لنشاط ميكروبات الأرض التي تقوم بهدم المادة العضوية وهدم المادة العضوية الطازجة يؤدي إلي تكوين كمية كبيرة من المواد اللاصقة اللازمة لتحسين بناء الأرض Gum . وهذه المواد اللاصقة تتهدم وتختفي مالم تتجدد عن طريق إضافات جديدة للمادة العضوية الطازجة إلي الأرض .

ويمكن زيادة مستوي المادة العضوية في الأرض بالطرق التالية :

١. **ترك بقايا المحاصيل في الأرض** ، ماعدا المحاصيل الجذرية مثل الجزر كما أن الأجزاء العليا من المحاصيل التي تؤخذ منها الحبوب فقط يمكن تركها في الحقل.وكل الجذور والأجزاء العليا ، تزيد محتوي الأرض من المادة العضوية.
٢. **التسميد الأخضر** – عن طريق زراعة بعض المحاصيل التي يمكن تركها في الأرض بدلاً من حصادها . والمحاصيل التي تستخدم في التسميد الأخضر هي

البقوليات مثل البرسيم أو البسلة وقد تستخدم أعشاب الراي جراس والشوفان ، كما أن حشيشه السودان التي تنمو لارتفاع ٦ أقدام تعطي كمية كبيرة من المادة الخضراء . ويمكن استخدام الأعشاب مع البقوليات معاً كسماد أخضر.

٣. **استخدام دورة زراعية مناسبة يمكن أن يحسن من مستوي المادة العضوية** في الأرض . فلقد أثبتت الدراسة أن استمرار زراعة المحاصيل التي تزرع في سطور مثل الذرة تسبب انخفاض أكبر في المادة العضوية عن محاصيل الحبوب ، بينما المحاصيل البقولية تزيد عادة من مستوي المادة العضوية في الأرض. أي أنه بإتباع دورة محصولية من محاصيل تزرع في سطور ومحاصيل الحبوب الصغيرة ومحاصيل البقول يكون أفضل من الاستمرار في زراعة المحاصيل التي تزرع في سطور.

٤. **إضافة المادة العضوية مباشرة علي الأرض:** مثل إضافة مخلفات الحيوانات ومخلفات الصرف الصحي (الحمأة) وتوفير هذه المواد يعتمد علي نوع العمليات الزراعية ووجود مخلفات عضوية محلية.

٥. **زيادة مستوي الرطوبة في الأرض عن طريق صيانة الماء أو الري** يؤدي إلي زيادة نمو النباتات النامية في الحقل وبالتالي زيادة كمية المادة العضوية المضافة إلي الأرض.

٦. **يجب عدم ترك الأرض بدون زراعة.** فتكون الأرض المغطاة بالمحاصيل المنزرعة درجة حرارتها أقل ، وهذا يساعد علي زيادة مستوي المادة العضوية في الأرض.

٧. استخدام طرق حراثة خاصة بصيانة الأراضي Conservation Tillage والتي تؤدي إلي تقليل انجراف الطبقة السطحية من الأرض والتي تكون عالية في محتواها من المادة العضوية . كما أن التقليل من حرث الأرض يؤدي إلي التقليل من هدم المادة العضوية وذلك مقارنة بطرق الحرث العادية. كما أن هذه الطرق تؤدي إلي بقاء مزيد من بقايا المحاصيل علي سطح الأرض حيث يكون هدمها أبطأ من دفنها في الأرض.

أسئلة
الوحدة التعليمية الثامنة

١- أذكر ما تعرفه عن التدهور الحيوي ؟

٢- تكلم عن العوامل التي تؤثر على التدهور الحيوي ؟

٣- كيف يمكنك التعرف على الظواهر الدالة على التدهور الحيوي ؟

٤- وضح كيف يمكنك التخطيط لمقاومة التدهور الحيوي ؟

٥- اقترح بعض الوسائل التي يمكنها زيادة المادة العضوية بالأراضي؟

الوحدة التعليمية التاسعة

٣-التدهور الكيميائي ومقاومته

Chemical Deterioration and Its Control

الأهـــداف:

بعد الانتهاء من دراسة الوحدة التعليمية التاسعة يجب أن يكون الطالب قادراً على :

١- تفسير التغيرات الكيميائية للأراضي .
٢- التعرف على العوامل التي تؤدي إلى التدهور الكيميائي للأراضي .
٣- دراسة تأثير المناخ والعامل البشري والطبوغرافيا وصفات التربة على التدهور الكيميائية للأراضي.
٤- التعرف على الظواهر الدالة على التلف الكيميائي للأراضي في الحقل.
٥- التخطيط لمقاومة التدهور الكيميائي.
٦- ذكر القيم والحدود لبعض المتغيرات ذات العلاقة بتدهور التربة الكيميائي .

العناصـــــر:

١- تعريف التدهور الكيميائي.
٢- العوامل ذات العلاقة بالتدهور الكيميائي (المناخ – التربة – الطبوغرافية – العامل البشري).
٣- الظواهر الدالة على التلف الكيميائي.
٤- درجات التدهور الكيميائي.

٣- التدهور الكيمائي ومقاومته
Chemical Deterioration and Its Control

عندما تكون الأرض تحت ظروف جوية رطبة يتوالي نفاذ الماء خلال طبقات الأرض مذيباً وناقلاً معه مختلف الكاتيونات الأرضية ويحل الهيدروجين محل هذه الكاتيونات علي سطح الغرويات الأرضية وتتكون في هذه الظروف " الأراضي الحامضية " لأن الرقم الهيدروجيني ـ pH ـ لهذه الأراضي يكون علي الجانب الحامضي أي أقل من ٧ .

ويزداد حلول الهيدروجين وبالتالي درجة حموضة الأرض بزيادة غسيل الأرض ، وتقل الحموضة إذا كان الغسيل متوسطاً تاركاً نسبة من الكاتيونات القاعدية علي سطوح الطين وتكون الأرض حول درجة التعادل .

وهناك عوامل (محلية) أي تنبع من ظروف خاصة بأرض معينة قد تحول الرقم الهيدروجيني الخاص بالأرض عما يتوقع ، وأهم هذه العوامل وأشدها أثـراً هو تركيز ثاني أكسيد الكربون في النظام الأرضي فكلما زاد هذا التركيـز كلمـا انخفض الرقم الهيدروجيني ، وفي حالة الأرض المتعادلة يكون تأثير هذا العامـل شديد الوضوح فزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون عن تركيزه في الجـو (٠,٣٪) يؤدي إلي خفض واضح في الرقم الهيدروجيني للأرض المتعادلة.

وماء المطر عادة ذو حموضة ضعيفة نظراً لاحتوائه علي نسبة صغيرة من ثاني أكسيد الكربون أما في المناطق الصناعية حيث تكثر الغازات التي تتصاعد من المصانع ويزداد ثاني أكسيد الكربون ويزداد ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النتروجين فإن ماء المطر يكون زائد الحموضة " المطر الحامضي **Acid rain** " كما تزداد الحموضة في ماء المطر الذي يسقط في المناطق السكنية عن غيرها من المناطق نتيجة لمركبات الكبريت الناتجة من احتراق الوقود فيزداد حامض الكبريتيك فيه.

وبوصول مياه الأمطار إلي سطح الأرض وأثناء تدفقها علي السطح أو اختراقها له في طريقها إلي باطن الأرض تذيب مواد مختلفة ويصبح محتواها من الأملاح أكثر تركيزا ، ويتوقف مقدار ما يحمله الماء من هذه المواد علي مكونات الأرض التي يتدفق عليها أو يرشح خلالها ومدة تلامسه مع المكونات الأرضية ، ودرجة ذوبان هذه المكونات وحالتها الفيزيائية ، فالكتل الصخرية شديدة التماسك تختلف عن الناعمة في درجة ذوبانها كما تؤثر درجة الحرارة علي درجة ذوبان المواد بالماء.

وعند وصول الماء إلي الوديان تبدأ مجموعة من التفاعلات الكيميائية تكون نتيجتها دائماً تحول الأرض إلي الجانب ألحامضي ، ويحدث التدهور الكيميائي أسرع كثيراً من حدوثه نتيجة سقوط الأمطار العادية التي لا تحتوي علي هذه الأحماض.

وقد اهتم الباحثون بدراسة التدهور الكيميائي لما لوحظ منذ وقت طويل إضافة كربونات الكالسيوم إلي بعض الأراضي يحسن نمو النبات في هذه الأراضي ، وبتقديم الدراسة أتضح أن الأراضي التي يحتاج تحسين نمو النبات فيها إلي كربونات كالسيوم أراضي ذات تأثير حامضي ، وقد أدي ذلك إلي اعتبار أن حموضة الأرض ذات أثر ضار بالنباتات ،وأن إضافة كربونات الكالسيوم تعادل هذه الحموضة وبذا تتحسن الأرض ، ولذا فإن ارتباط الحموضة مع الضرر الذي يظهر علي النباتات النامية في الأرض الحامضية أدي إلي اعتبار أن وجود أحماض بهذه الأراضي هو العامل الأساسي في ضررها بالنباتات.

ولكن لوحظ أن النباتات تستطيع أن تنمو في المحاليل المغذيةُ تحت رقم هيدروجيني يصل إلي ٤،٥ وهو أقل من رقم (pH) الأراضي الحامضية التي لم ينجح فيها الكثير من النباتات ، ولذلك فإن الرأي القائل بأن الحموضة هي السبب المباشر للأضرار التي يعاني منها النبات النامي في الأراضي الحامضية لم يجد ما يثبته بالتجربة المباشرة.

والأمر الأكثر ترجحاً الآن بعد ثبوت وجود الألمونيوم المتبادل بالأراضي الحامضية هو أن الألومنيوم مصدر الضرر الذي يحدث للنباتات النامية في هذه الأراضي.

وقد أشرنا إلي إضافة كربونات الكالسيوم علاج للحموضة الأرضية وقد أدي ذلك إلي أن يهتم الباحثون بمدي أثر نقص الكالسيوم في هذه الأراضي علي نمو النباتات وقد أوضحت دراسات أجريت في أراضي الينيوي بالولايات المتحدة الأمريكية الحامضية وجود أعراض نقص الكالسيوم علي نباتات الذرة النامية في هذه الأراضي. ويتأثر يسر بعض العناصر الغذائية للنبات بدرجة حموضة الأرض مثل الفوسفور فهو أكثر ما يكون " يسراً " في الوسط المتعادل والتحول إلي الحموضة يؤدي إلي ترسيب الفوسفور والغالب أن التفاعل السائد في هذه الحالة هو الترسيب علي صورة فوسفات حديد والألومنيوم.

ويسلك المولبدينيوم سلوك الفوسفور ، فيقل يسره للنبات بزيادة الحموضة الأرضية ويزداد بمعادلة هذه الحموضة بإستعمال كربونات الكالسيوم. أما بقية العناصر الدقيقة مثل الحديد والمنجنيز والزنك والبورون فتزيد صلاحيتها للامتصاص بزيادة حموضة الأرض حتى إذا زادت هذه الحموضة فإن تركيز هذه العناصر الدقيقة يزداد وقد يصل إلي درجة السمية للنبات.

وفي علاج الحموضة في الأراضي تضاف كربونات الكالسيوم ، وتوجد عدة طرق لحساب الكمية الواجب إضافتها لرفع الرقم الهيدروجيني للأرض إلي رقم معين وهي طرق تقريبية.

وتتبع بعض المعامل طريقة معايرة **Titration** معلق من الطين والماء بإضافات متتالية من محلول الجير وتقدير الرقم الهيدروجيني بعد كل إضافة، ويحول ذلك إلي ما يعادله من كربونات الكالسيوم.

ولكن لوحظ من دراسات مختلفة أن مقدار كربونات الكالسيوم اللازم إضافته إلي العينة بالمعمل ليصل رقم الهيدروجين الخاص بها إلي الرقم المطلوب يختلف كثيراً عن حاجة الأرض بالحقل من كربونات الكالسيوم ليرتفع رقم الهيدروجين إلي نفس الدرجة. فإذا كان الرقم المطلوب هو ٦,٥ للأرض في الحقل فيجري العمل بالمعمل علي أساس الوصول إلي رقم (PH) ٨ حتى تعوض الزيادة أثر العوامل المختلفة التي تزيد الحاجة من كربونات الكالسيوم في الحقل.

ويتأثر التدهور الكيميائي أيضاً بعدد من العوامل هي المناخ والأرض والطبوغرافية والنشاط البشري.

<u>١- عامل المناخ:</u>

يقدر التدهور الكيميائي بدليل المناخ في الموسم الممطر حيث يكون عامل المطر P أكبر من PET (البخر نتح المحتمل).

<u>٢- عامل الأرض:</u>

تعتبر الأراضي الاستوائية بصفة خاصة معرضة للتدهور الكيميائي إذا كانت بها نسبة من معدن الكاؤلينيت وذات سعة تبادلية كاتيونية منخفضة ، وكذا تعتبر الأراضي الرملية ذات النفاذية العالية والأراضي التي تحتوي نسبة من المادة العضوية معرضة للتدهور الكيميائي لانخفاض سعتها التبادلية الكاتيونية . وفي حالة المستنقعات تنتج الحموضة من أكسدة الكبريت بعد تجفيفها مكوناً حامض كبريتيك ولكن هذا الحامض سام للنباتات ولذا تعتبر هذه الأراضي ضمن الأراضي التي تلفت نتيجة وجود أو تكون المواد السامة بها.

<u>٢- عامل الطبوغرافية:</u>

يزداد تدفق الماء في المنحدرات الشديدة وبالتالي يقل نفاذ الماء خلال الأرض ويقل الغسيل، ولذا فالطبوغرافية المستوية تزيد احتمالات الغسيل والتحول إلي أرض حامضية.

٣- العامل البشري :

تعمل النباتات النامية طبيعياً خصوصاً في حالة نباتات الغابات كمخزن للكاتيونات، وهذه الكاتيونات المخزونة في النباتات لاتفقد بالغسيل بالماء بسهولة ، وتعمل هذه النباتات علي استرجاع الكاتيونات التي غسلت إلي باطن الأرض عن طريق امتداد جذورها وامتصاصها لهذه الكاتيونات ، ولذا ففي وجود الغطاء الطبيعي يكون فقد القواعد من قطاع الأرض ضئيلاً نسبياً.

وعندما يتدخل الإنسان فيقطع الأشجار ويحرق النباتات تزداد عملية الغسيل كثيراً إذ يمكن " غسل " القواعد الموجودة في الرماد . وقد يزيد الإنسان أيضاً عملية الغسيل وحموضة الأرض خشنة القوام منخفضة السعة التنظيمية . وقد يؤدي زراعة بعض الحاصلات إلي زيادة حموضة الأرض إذا كان الجزء الذي يتم حصاده محتوياً علي مقادير كبيرة من الكاتيونات ممتصة من الأرض . كما أن الري الزائد قد يؤدي أيضاً إلي حموضة الأرض.

وتدل الظواهر الآتية علي التلف الكيميائي بالتربة:

- جودة نمو النباتات المحبة للحموضة.
- تتعجن التربة بعد سقوط الأمطار.
- عدم الاستجابة التسميد.
- ظهور أعراض التسمم علي الأوراق من زيادة الحديد والنحاس والمنجنيز والألمنيوم والبورون والزنك أوأعراض نقص البوتاسيوم والكبريت والفوسفور.
- زيادة أمراض النباتات.
- نقص الإنتاج.

• **وقد قامت الـ FAO (١٩٧٩) بتدريج تدهور الأراضي كيميائياً إلي الدرجات الموضحة في الجدول الآتي :**

إذا كانت نسبة التشبع بالكاتيونات أقل من ٥٠٪	
الدرجة	انخفاض التشبع بالكاتيونات
لاشيء – ضعيف	< ١,٢٥٪ / سنة
متوسط	١,٢٥ – ٢,٥ ٪ / سنة
مرتفع	٢,٥ – ٥ ٪ / سنة
شديد الارتفاع	>٥ ٪ / سنة
وفي حالة ما تكون نسبة التشبع بالكاتيونات أعلي من ٥٠٪	
الدرجة	انخفاض التشبع بالكاتيونات
لاشيء – ضعيف	< ٢,٥٪ / سنة
متوسط	٢,٥ – ٥ ٪ / سنة
مرتفع	٥ – ١٠ ٪ / سنة
شديد الارتفاع	< ١٠ ٪ / سنة

أسئلة
على الوحدة التعليمية التاسعة

١-كيف تفسر التدهور الكيميائي للأراضي ؟

٢-تكلم عن العوامل التي تؤثر على التدهور الكيميائي للأراضي ؟

٣-كيف يمكنك التعرف على الظواهر الدالة على التدهور الكيميائي للأراضي؟

٤-وضح كيف يمكنك التخطيط لمقاومة التدهور الكيميائي ؟

٥-أذكر ما تعرفه عن تقسيم الفاو للتدهور الكيميائي ؟

الوحدة التعليمية العاشرة

التعرية أثناء الري

Irrigation Erosion

الأهـــــــداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادرا على:

١ ـ التعرف على مسببات التعرية أثناء الري.

٢ ـ يدرك الأضرار المختلفة لحدوث التعرية بسبب الري.

٣ ـ يذكر العوامل المؤثرة في التعرية بالري.

٤ ـ يفسر الظواهر التي تنتج عن التعرية بالري.

العنــــــاصر:

١ ـ ماذا تعني التعرية أثناء الري.

٢ ـ أضرار التعرية بالري.

٣ ـ العوامل المؤثرة في التعرية بالري.

• التعرية أثناء الري
Irrigation Erosion

ونعني بهذا النوع من أنواع التعرية تلك التي تسببها مياه الري السطحي عند سقي الحقول نتيجة انطلاق الماء داخل الحقل بسرعة تفوق السرعة الحرجة.

وهذا النوع من أنواع التعرية المائية خطر جداً لأنها تسبب الأضرار الآتية:

١. تشويه القنوات فتتغير أشكالها وتبدل مقاطعها التصميمية فتقلل تصريفها.
٢. تسبب فقدان الطبقة العلوية من التربة وهي الأكثر إنتاجية.
٣. تقليل مساحة الأراضي الزراعية لأنها تكون خنادق كبيرة في بعض الحالات.
٤. جرف البذور إلي نهاية الحقل مما يسبب عدم تجانس توزيع النباتات في الحقل.
٥. انعزال حبيبات التربة ودقائقها فالصغري تتجه إلي آخر الحقل وتبقي الخشنة في البداية وهذا يؤدي إلي تشجيع عملية تكون القشرة وخاصة في المناطق التي تتجمع بها الحبيبات الناعمة كذلك فإن قسماً من الحبيبات الناعمة يتجمع في المنخفضات مما يؤدي إلي (تبقع) الحقل.

إن حجم التربة المتعرية بفعل مياه الري كبيرة جداً. فقد وجد مرزا جانوف ومايلبيايف (١٩٧٤) أن وزن المواد المتعرية يصل إلي ١٠٠ طناً/هكتار سنوياً منها ١٠٠ كجم/هكتار نيتروجين ميسر، و١١٥ كجم فسفور وعناصر غذائية أخري ميسرة، وكما هو واضح فإن هذا المقدار من التربة المتعرية يظهر أثرها علي مثل هذه التربة، فهي فقيرة بالمواد العضوية والعناصر الغذائية واحتفاظها بالرطوبة أقل من الترب غير المتعرية في نفس المنطقة (غوساك ومقسودوف ، ١٩٦٣ وحمداموف وبيرديكولوف، ١٩٧٣).

يحصل هذا النوع من التعرية عندما تنطلق مياه الري في الخطوط المخصصة فتجرف المناطق العليا من هذه الخطوط التي ينطلق فيها الماء بسرعة

كبيرة تفوق السرعتين الحرجتين الأولي والثانية، كما أن الماء في هذه الخطوط يكون عميقاً نسبياً لذلك يجرف التربة من أجزاء الحقل الأولية ويرسبها في الأجزاء الأخيرة من الحقل حيث تنخفض سرعة الماء كثيراً وبذلك تكون الأقسام الأخيرة من الحقل غنية بالمواد الدبالية والعناصر الغذائية الجاهزة ودقائق التربة الناعمة. كما إن هذا التوزيع في المواد الدبالية والعناصر الغذائية ودقائق التربة الناعمة يؤدي إلي اختلاف التربة في بداية الحقل ونهايته وهذا ينعكس علي إنتاجية أقل بـ ٤٠% أو أكثر من القطن النامي في الترب غير المتعرية إضافة إلي أن نوعية أليافه أقل جودة. أما القطن النامي في نهاية الحقل ، حيث تتجمع المواد المتعرية من بداية الحقل مما يؤدي إلي اغناء التربة بالمواد الدبالية والعناصر الغذائية ، فيكون عالي الإنتاجية لكنه يتأخر في النضج وتكون نوعية أليافه رديئة (مرزا جانوف وما يلبياف ١٩٧٤).

- **العوامل المؤثرة في التعرية بالري**

علي الرغم من الاختلافات الكبيرة الموجودة بين الترب المختلفة في مقدار استجابتها للتعرية الاروائية ، ويمكن تحديد بعض العوامل التي تؤدي دوراً مهماً في تحديد مقدار الضرر الناجم عن التعرية الاروائية.

وأهم هذه العوامل مايأتي :

١ ــ **كمية مياه الري المعطاة** أو مقدار الماء الذي يجري في كل خط من خطوط الري. إذ وجد أن التعرية الاروائية تبدأ عندما تكون كمية المياه في كل خط من خطوط الري بحدود ٠,٥ لتر/ثانية . لكن الكثير من الباحثين يعتقدون أن بالإمكان إعطاء ماء ري بحدود ٠,٢- ٠,٦ لتر/ ثانية من دون خوف من حدوث التعرية ولكن كمية المياه لا تكون الحد الفاصل في حدوث التعرية وإنما يعتمد ذلك علي درجة ميل الأرض لأنه عن طريق الميل يمكن أن تتحدد سرعة جريان الماء التي تحدد الطاقة التخريبية للتيار المائي إضافة إلي كتلة الماء المتحركة طبعاً.

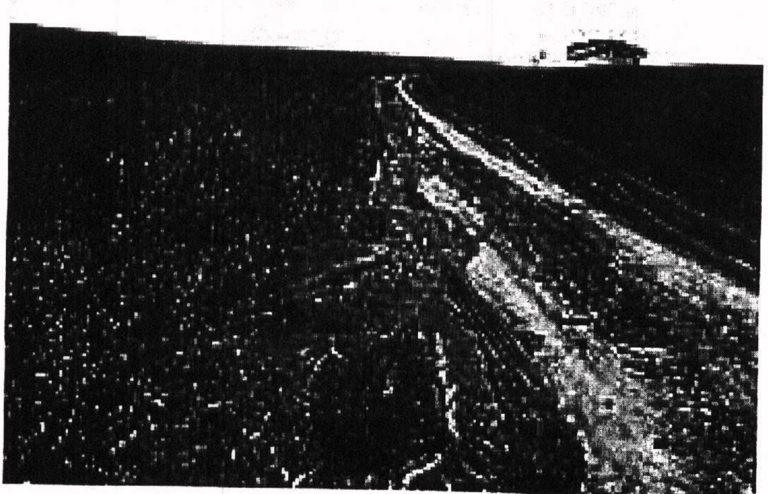
٢ ــ **طول الحقل:** لقد وجد أن طول الحقل إذا ما زاد عن ١٩٠م فإن خطر التعرية الاروائية يكون واضحاً . وهنا يجب أن يؤخذ مقدار تصريف الماء أو كمية الماء المعطاة بنظر الاعتبار لأنها تؤدي دوراً مهماً أيضاً.

٣ــ **درجة ميل الحقل،** والمقصود هنا د رجة الميل التي تعطي للحقل وذلك للحصول علي تجانس في توزيع رطوبة التربة في جميع أجزاء الحقل إذ يجب أن ينظر إلي موضوع التعرية التي يمكن أن تحدثها مياه الري في تربة الحقل والمسموح بها عند تحديد مقدار الميل.

٤ ــ **نوعية التربة** وهي الأخرى مهمة كما أسلفنا حيث تختلف أنواع الترب كثيراً في مقدار استجابتها للتعرية.

٥ ــ **نوعية المحاصيل الزراعية** وهذا العامل سبق أن بحثناه عند كلامنا عن الغطاء النباتي. (وضح ذلك)

٦ ــ **طريقة الري** : تتحكم طريقة الري بمقدار المياه المعطاه وطريقة سير هذه المياه في الحقل وسرعة حركة الماء إلي حدود بعيدة.



شكل٢٦: يوضح التعرية في أثناء الري.

أسئلة

على الوحدة التعليمية العاشرة

١-ماذا نعني بالتعرية في أثناء الري ؟

٢-كيف تفسر وتعلل حدوث التعرية بالري ؟

٣- حلل هذه الظاهرة (التعريه بالرى) موضحاً أهم العوامل التى تؤثر فيها ؟

٤- تكلم عن الأضرار التي تسببها التعرية بالري ؟

الوحدة التعليمية الحادية عشر

• تصحر الأراضي
Soil Desertification

الأهـــــداف:

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادرا على:

١- تفهم دور العوامل الطبيعية والمناخية في تصحر الأراضي.

٢- مناقشة الآراء المختلفة التي تفسر ظاهرة التصحر.

٣- التمييز بين التغير الراجع للنشاطات البشرية والعوامل الطبيعية.

٤- التعرف على أثر التصرفات الإنسانية على اضطراب التوازن الطبيعي في بيئات التربة.

٥- الفهم بصورة صحيحة لكل من: الصحراء - الأرض الجافة- الإنتاجية الحيوية- جفاف الأرض وجفاف الغطاء النباتي.

٦- التفريق بين تدهور التربة وتصحرها بشكل أكثر تحديداً ووضوحاً.

٧- ادراك أهم أعراض ظاهرة التصحر.

العنـــاصر:

١- المقدمة.

٢- تعريف التصحر.

٣- أسباب التصحر.

٤- تطور مفهوم التصحر.

٥- الخط الفاصل بين التصحر وعمليات تدهور التربة.

• تصحر الأراضي
Soil Desertification

تكررت ظاهرة امتداد الصحارى على حساب الأراضي المنتجة في العديد من المواقع على سطح الكرة الأرضية ، وقد شاع الرأى القائل إن المناخ الجاف قد زحف على الأرض المنتجة خلال ارتفاع درجات الحرارة في العصر البلايستوسينى **Pleistocene Era** وقد أدى شيوع هذا الرأى إلى خشية الدول المستعمرة لأفريقيا أن تتحول الأراضي التي استعمرتها إلى صحارى ، فتشكلت لجنه لدراسة سبب تحول الأراضي المنتجة إلى صحارى وهل يرجع ذلك إلى تغير المناخ أم إلى غير ذلك؟ وكان رأى اللجنة أنه بينما يوجد القليل من الأدلة التي تشير إلى تحول المناخ نحو الجفاف ، يوجد دلائل كثيرة تشير إلى أن تصرفات الإنسان قد أدت إلى تنشيط حركة التلال الرملية وانخفاض مستوى الماء الجوفي ، أما رحيل السكان عن المناطق الداخلية – في أفريقيا – إلى السواحل فكان استجابة لدوافع اقتصادية.

وبذا بدأ الشك في أن السبب الوحيد لإمتداد الصحراء إلى الأراضي المنتجة هو تغير المناخ وحل محلة الإقتناع بأن النشاط البشرى وكذا بعض الظواهر الطبيعية هما سبب امتداد الصحارى، ولم يكن لفظ تصحر **Desertification** قد شاع بعد.

<u>تعريف التصحر :</u>

(أ) **كان أوبرفيل Auberville أول من أستخدم لفظ تصحر Desertification** سنة ١٩٤٩.

(ب) استخدم **كوفدا Kovda** لفظ جفاف أو تجفيف **Aridization** ليشمل عدة عمليات واتجاهات تشمل انخفاض المحتوى الرطوبى الأرضى في مساحات واسعة وإنخفاض الإنتاجية للأرض والنبات والنظام البيئى .

(جـ) ويرى **درجن Dregne** أن التصحر هو فقر النظام البيئى تحت ضغط النشاط البشرى ، فهو عملية تدهور في النظام يمكن تقديرها عن طريق انخفاض الإنتاجية من نباتات مرغوبة ، وتغير غير مرغوب في المنتجات الحيوية ، والميكروفونا والفلورا الأرضية والإسراع بتدهور الأرض بما يهدد حياة النبات على هذه الأرض .

(د) رأى **سابادِيل Sabadail** وزملاؤه أن للمناخ دوراً في عملية التصحر، ولو أنه قلل من أهمية هذا الدور ، فالتصحر ــ كما يراه سابادِيل وزملاؤه ــ هو التناقص المتواصل ، أو تدهور الإنتاجية الحيوية المستمرة في أراضى المناطق الجافة وشبة الجافة الناتج عن ضغط النشاط البشرى الذى يصاحب في بعض الأوقات ظواهر طبيعية شديدة ، إذا تواصلت أو لم تتوقف على المدى الطويل ، تؤدى إلى تدهور بيئى ثم إلى التحول إلى ما يشبه الصحراء.

(هـ) يعرف برنامج **الأمم المتحدة للبيئة UNEP التصحر** بأنه انتشار وزيادة الظروف الصحراوية التي ينتج عنها انخفاض إنتاجية المادة الحية **Biomass** فينخفض إنتاج الحاصلات . وقد ورد هذا التعريف في خريطة التصحر التي اشترك في الإشراف عليها **UNEP** ومنظمات دولية أخرى .

(ز) عّرف **المؤتمر الدولى** للتصحر بأنه انخفاض وتدهور الطاقة الحيوية للأرض والذي قد يؤدى إلى ظروف مشابهة للصحراء .

وواضح أن التعريفين (هـ ، ز) يعتمدان على "ظروف الصحراء" ، وتعرف خريطة التصحر بالعالم "الصحراء" بأنها منطقة ذات غطاء نباتي ضئيل أو منعدم نتيجة نقص الأمطار والجفاف .

كما يرى المؤتمر الدولي للتصحر **Desertification World Conference** أن التصحر عملية تدهور بيئية تحدث في المناطق الجافة ونصف الرطبة ، ينتج عنها انخفاض أو انعدام إنتاجية الأراضي ، فتتوقف المراعى عن إنتاج النباتات الصالحة للرعي ، ويفشل استزراع الأراضي الجافة على الأمطار ،

وتهجر الأرض المروية نتيجة لانتشار الأملاح بها وغدقها وغير ذلك من صور التدهور.

وقد ناقشت أمانة "مؤتمر الأمم المتحدة عن التصحر" أسباب التصحر وأشارت إلى:

(أ) انتقال حدود المناطق الجافة . وعلى سبيل المثال منطقة الساحل ، وهى الحزام الذي يفصل بين المنطقة الاستوائية الرطبة في الجنوب ومنطقة الصحراء الكبرى الجافة في الشمال ، كانت منذ نحو ١٠٠٠ (ألف سنة) منطقة شبه جافة أو شبه رطبة ، ويبدو أنها قد تحولت الآن إلى منطقة جافة .

(ب) ليس من المقبول بشكل مؤكد أن يكون تغير المناخ هو سبب التصحر .

(ج) من المحتمل أن النشاط البشرى قد أثر في المناخ، مما زاد الجفاف ، إلا أنه من غير المحتمل أن يكون هذا النشاط هو السبب الرئيسي لأي تدهور في مناخ المناطق الجافة.

- التغيرات المناخية تساهم في التصحر.
- النظام البيئي للأراضي الجافة نظام حساس ، فالأرض فقيرة في المادة العضوية والعناصر المغذية ، فاستخدام هذه الأرض دون مراعاة قدرتها المحدودة يؤدى إلى تصحرها .
- التصحر محصلة للنشاط البشرى وظروف بيئية شديدة القسوة .

وينتقد روزانوف **Rosanov** (روسيا) تعريف مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر الذى ينص على أنه "تضاؤل أو تلف القدرة الحيوية للأرض والذى ينتهى إلى ظروف تشبه ظروف الصحراء" بأنه غير كاف من الناحية التقنية ، كما أنه يفتقر إلى الدقة العلمية ، ويوضح رأيه في النقاط الآتية :

- ورد بتعريف مؤتمر الأمم المتحدة المشار إليه أن التصحر يؤدى بالأرض إلى "ظروف تشبه الصحراء" فهذا الوصف غير دقيق إذ توجد صحارى جرداء لا نبات فيها وأخرى تحتوى خضرة ملائمة.

- أي تدهور في الأرض يعتبر طبقاً لهذا التعريف تصحراً مما في ذلك التدهور الناتج عن الغدق لارتفاع مستوى الماء الجوفي الأرضي الناتج عن الري، أو التلف الناتج عن إنشاء طرق أو مستوطنات أو مناجم.
- لا يفرق التعريف بين التصحر والجفاف الدوري.
- لا يوجد صفات محددة يمكن بها رصد المشكلة وقياسها كمياً ومقاومتها.

ويرى روزا نوف أنه ليتحقق التحليل العلمى للمشكلة، ولتطبيق تقنيات وقفها ومن الخبرة الروسية في ممارسة منع حدوث التصحر ووقفة ، فقد يكون من المفيد استخدام تعريف يعكس بدقة واقع هذه الظاهرة كما يلى:

التصحر عملية غير عكسية في الأرض الجافة والغطاء النباتى، يؤدى إلى الجفاف وتضاؤل الإنتاجية الحيوية التي قد تنتهى في الحالات الشديدة إلى تمام تلف قدرة المجال الحيوى Biospheric Potential وتحول الأرض إلى صحراء.

ويستلزم هذا التعريف فهماً محدداً لمصطلحاته :

التحول غير العكسى: هو تغير الأرض أو الغطاء النباتي الذي يستوجب تدخل الإنسان لمعالجته أو أن العمليات الطبيعية تعيد — الأرض والغطاء النباتي إلى حالاتهما الأصلية، ولو أن الاعتماد على هذه العمليات الطبيعية يقتضى أجيالاً أو قرونا حتى يتحقق.

الأرض الجـــافة: يقصد بها مساحات من أراضى المناطق الاستوائية أو تحت الاستوائية أو المناطق الجافة الحارة أو شبه الجافة أو شبه الرطبة الموسمية.

الصـــــحراء: هى المساحات الجافة القالحة التي قد لا يوجد بها نباتات أولم تتكون بها أرض Soil (بالمعنى البيولوجى) .

الإنتاجية الحيوية : هى الإنتاج السنوى من المادة الحية **Biomass** معبراً عنها بالطن/هكتار/سنة .

جفاف الأرض : هو تضاؤل قدرة الأرض على مد النبات بالماء الميسور .

جفاف الغطاء النباتي: يقصد به تزايد الأنواع المحبة للجفاف من النباتات Xerophilous في الغطاء النباتي بالإضافة إلي تضاؤل عام في كثافة الغطاء النباتي والإنتاجية الحيوية .

ويشير روزا نوف إلى أن تعريفة للتصحر يتضمن دور العمليات الطبيعي ودور تصرفات الإنسان في تصحر الأراضي .

وتشمل العمليات الطبيعية تلك التي تتصل بتغير المناخ نحو الجفاف أو العمليات الجيولوجية "العادية" التي قد تحدث في منطقة تحت ظروف مناخ جاف لم يتغير مثلما قد يحدث عند إنخفاض مجرى نهر أو إرتفاع مستوى مسطحات الأرض الناتج عن تحركات جيولوجية للقشرة الأرضية.

وتصرفات الإنسان التي تؤدى إلى التصحر هى التصرفات ذات الصلة بإضطراب التوازن الطبيعى لنظام بيئى جاف كنتيجة لإستغلال مكثف للأرض يزيد عن قدرتها .

وطبقاً لتعريف روزانوف يكون توصيف التصحر مقصوراً على التقويم الكمى لمقياسين متداخلين هما جفاف الغطاء النباتى وجفاف الأرض (وهو مطابق لرأى **كوفدا** الذي سبق الإشارة إليه) ، وينتج عن ذلك أن عوامل تدهور الأراضي Soil Deterioration مثل الانجراف بالماء أو بالرياح والملحية والصودية وغدق الأراضي المروية وتهدم بناء التربة واستنزاف الدبال والعناصر المغذية ، ولو أنها تصحب التصحر في كثير من الحالات إلا أنها ليست خاصة بالتصحر أو تقدير درجته ، كما أن انخفاض الإنتاجية الحيوية للأرض ما لم يكن ذا صلة بالجفاف بل ناتجاً عن بعض عوامل مؤقتة مثل العطش فإنه لا يعتبر عاملاً في توصيف التصحر.

ينتج عن هذا التعريف وهذه الاعتبارات أن يتحدد خط فاصل بين عمليات التصحر وعمليات تدهور التربة الأخرى الأكثر حدوثاً والتي تحدث أيضاً نتيجة

العمليات الطبيعية وتصرفات الإنسان ، بينما تعريف مؤتمر هيئة الأمم المتحدة **UNCOD** يتضمن عملياً جميع حالات تدهور الأراضي بصرف النظر عن المسبب لهذا التدهور أو الظروف الجغرافية ، وبناء على ذلك يعتبر الغدق وهو الناتج عن ارتفاع مستوى الماء الأرضي الجوفي تحت نظام الري وكذا تمليح التربة وصوديتها الناتجان عن ارتفاع مستوى الماء الأرضي الجوفي من أعراض التصحر.

ويرى روزانوف أن تعريفة يفرق بين تدهور التربة والتصحر بشكل أكثر تحديداً ووضوحاً، فتدهور الأراضي ينتج عن عمليات مختلفة تؤدى إلى انخفاض إنتاجية الأرض تحت ظروف طبيعية متنوعة ناتجة عن عوامل طبيعية وتصرفات الإنسان ، تؤدى كاملاً إلى تلف كامل للتربة ولقدرتها على إنتاج النبات.

وتدهور الأراضي ـــ الانجراف والتمليح والاستنزاف والتصلب و... ـــ من الممكن أن يكون سبباً أو نتيجة للتصحر ، ولكنة يمكن أن يحدث مستقلاً عن النشاط البشرى ولذلك ففهم الظروف المناخية في المناطق الجافة قد يساعد في تقييم دورها في التصحر.

- **ظاهرة التصحر وأبعادها البيئية والاقتصادية –الاجتماعية في العالم العربي**

عقد خلال الفترة١١-٢٢ كانون الأول (ديسمبر) ٢٠٠٠ في مدينة بون في ألمانيا المؤتمر الدولي الرابع لمكافحة التصحر التابع للأمم المتحدة بحضور مندوبين عن ١٧٢ دولة موقعة على اتفاقية الأمم المتحدة لمكافحة التصحر. هذه الاتفاقية التي جرى التفاوض حولها خلال الفترة ١٩٩٢-١٩٩٤ وأصبحت سارية المفعول في ٢٦ ديسمبر ١٩٩٦ عندما صادق عليها في ذلك الوقت ٦٠ بلدا ليرتفع العدد فيما بعد إلى أكثر من ذلك . وهدف المؤتمر التوصل إلى قرارات عملية في مجال مكافحة التصحر وحماية البيئة والمصادر الطبيعية ، وشاركت في المؤتمر عشرون دولة عربية . حجم المشاركة العربية هذا يعكس مدى القلق الذي تشعر به جميع الأقطار العربية دون استثناء من زحف التصحر وما ينتج عنه من آثار بيئية و اقتصادية واجتماعية وحضارية وحتى سياسية وأمنية.وبودنا في هذه المساهمة تسليط الضوء على هذه الظاهرة الآخذة في الاتساع في كل مناطق العالم العربي.

- **تطور ظاهرة التصحر:**

من هنا يتبين إن التصحر أحد المشاكل البيئية الخطيرة،التي تواجه العالم حاليا و هو يتطور في اغلب أرجاء المعمورة وعند معدلات متسارعة. ويقدر بان مساحة الأراضي، التي تخرج سنويا من نطاق الزراعة نتيجة عملية التصحر،تبلغ حوالي ٥٠،٠٠٠ كم٢ وتبلغ نسبة الأراضي المعرضة للتصحر ٤٠٪ من مساحة اليابس و هي موطن أكثر من مليار إنسان. واغلب المناطق المعرضة للتصحر تقع في الدول النامية في أفريقيا و آسيا و أمريكيا اللاتينية ومنطقة الكاريبي. ويقدر برنامج الأمم المتحدة للبيئة قيمة الإنتاج التي تفقد سنويا في الدول النامية بسبب التصحر ب ١٦ مليار دولار. هذا التقدير لا يتضمن تكاليف التصحر الجانبية الناتجة مثلا من تملح المجاري السفلى للسدود والتي تشير التقارير بأنها كبيرة فعلى سبيل المثال تبلغ ٦٠ مليون دولار في السنة في المغرب.

ومن الجدير بالملاحظة إن الكثير من هذه الأراضي المتصحرة أو المهددة بالتصحر يقع في أرجاء عالمنا العربي. إذ تشير بعض الأرقام إلى أن حوالي ٣٥٧,٠٠٠ كم٢ من الأراضي الزراعية أو الصالحة للزراعة أي نحو ١٨٪من مساحتها الكلية والبالغة ١,٩٨ مليون كم٢ ، أصبحت واقعة تحت تأثير التصحر. و يمكن أن نورد الكثير من الأمثلة على فداحة التصحر منها ما يحدث في المناطق الواقعة على أطراف الصحراء الكبرى،في كل من مصر وليبيا وتونس والجزائر والمغرب وموريتانيا والأقطار المجاورة التي شهدت تحول ٦٥٠,٠٠٠ كم٢ من أراضيها إلى أراض متصحرة خلال ٥٠ سنة فقط. و في السودان فان خط جبهة التصحر تقدم بمعدل ٩٠ إلى ١٠٠ كم في السنة ، خلال السنوات الأخيرة. وان مساحة ١٪من الأراضي المروية في العراق يتملح سنويا أي تصبح في نطاق الأراضي المتصحرة وفي سوريا،فان نسبة الأراضي المتملحة تقارب ٥٠٪ من الأراضي الزراعية. يجتاح التصحر الأرض في الأقطار العربية بهذه المعدلات المتسارعة في الوقت الذي يتطلب زيادة الإنتاج الزراعي و الحيواني لمواجهة النمو السكاني وارتفاع مستوى المعيشة.

- **أهم المؤشرات الطبيعية للتصحر:**

للتصحر مؤشرات طبيعية وأخرى بشرية ورغم الاقتناع بأهمية الأخيرة وكونها وثيقة الصلة من قلب المشكلة إلا أن الدليل على وضعها كأساس للقياس لم يتوفر بعد بشكل نظامي وفي ضوء الكثير من الاعتبارات الأخرى ثبت إنه من الصعب مراقبتها لذلك لم تستخدم كمؤشرات أولية في تقييم برنامج الأمم المتحدة للبيئة. **لذا سنورد هنا أهم المؤشرات الطبيعية التي تتمثل في :**

١- غزو الكثبان الرملية للأراضي الزراعية.

٢- تدهور الأراضي الزراعية المعتمدة على الأمطار .

٣- تملح التربة.

٤- إزالة الغابات وتدمير النباتات الغابية .

٥- انخفاض كمية ونوعية المياه الجوفية والسطحية.

٦- تدهور المراعي .

٧- انخفاض خصوبة الأراضي الزراعية.

٨- اشتداد نشاط التعرية المائية والهوائية .

٩- زيادة ترسبات السدود والأنهار واشتداد الزوابع الترابية وزيادة كمية الغبار في الجو.

ويمكن استخدام هذه المؤشرات وغيرها في تعيين حالة أو وضعية التصحر في المناطق المختلفة من أقطارنا العربية والتي يقصد بها درجة تقدم عملية التصحر في الأراضي والتي يقررها المناخ والأرض والتربة والغطاء النباتي من ناحية ودرجة الضغط البشري من ناحية ثانية.

وقد حددت الأمم المتحدة أربع حالات للتصحر هي :

١- <u>التصحر الشديد جدا</u> :

ويتمثل بتحول الأرض إلى وضعية غير منتجة تماما وهذه لا يمكن استصلاحها إلا بتكاليف باهظة وعلى مساحات محدودة فقط وفي كثير من الأحيان، تصبح العملية غير منتجة بالمرة و الأراضي هذه كانت تتمتع بقدرات إنتاجية كبيرة ، كما في العراق و سوريا و الأردن و مصر و ليبيا وتونس والجزائر والمغرب والصومال.

٢- <u>التصحر الشديد</u> :

وينعكس بانتشار النباتات غير المرغوب فيها وانخفاض الإنتاج النباتي بحدود ٥٠٪ مثال على ذلك الأراضي الواقعة في شرق و شمال غرب الدلتا في مصر.

٣- <u>التصحر المعتدل:</u>

حيث ينخفض الإنتاج النباتي بحدود ٢٥٪ من أمثلة ذلك ما موجود في مصر.

٤- التصحر الطفيف:

ويتمثل بحدوث تلف أو تدمير طفيف جدا في الغطاء النباتي و التربة أو لا يكون هناك تدمير أصلا مثل ما هو موجود في الصحراء الكبرى و صحراء شبه الجزيرة العربية.

- خطر التصحر:

إن مقياس استمرارية تهديد التصحر يعبر عنه بخطر التصحز وهو يقيم على أساس درجة حساسية الأرض للتصحر من ناحية، ودرجة الضغط البشري والحيواني من ناحية ثانية.وتحدد درجة خطورة التصحر بثلاث فئات هي:العالية جدا والعالية والمعتدلة. وهذه الفئات الثلاث توجد في البلاد العربية. ولكن من المهم أن يتم التعرف على درجة خطورة التصحر لان ذلك يساعد على كشف سرعة التدهور في النظم البيئية ومن ثمة يساعد على وضع الحلول المناسبة للتصدي للتصحر عبر الزمان و المكان.

- أسباب التصحر في العالم العربي:

هناك جملة من العوامل الطبيعية والبشرية تتداخل وتتشابك لتخلق ظاهرة التصحر في الوطن العربي:

أولاً العوامل الطبيعية:

يلعب المناخ دورا هاما إذ تقع معظم البلاد العربية في النطاقات الجافة و شبه الجافة حيث أن ٩٥٪ من الأراضي،تحصل على اقل من ٤٠٠ ملم من الأمطار سنويا. في حين أن النسبة الباقية فقط يسقط فيها أكثر من ٤٠٠ ملم سنويا. ففي حالة العراق يسود المناخ الصحراوي في ٧٠٪ من الأراضي وبالأخص في السهل الرسوبي والهضبة الغربية حيث تتراوح الأمطار السنوية ما بين ٥٠-٢٠٠ ملم. وعمليا فكل البلاد العربية تعاني من الحساسية المفرطة تجاه التصحر. أضف إلى ذلك فان المواسم الجافة التي تحدث من سنة لأخرى، تساهم في إشاعة ظروف التصحر كما يحدث في المغرب منذ ١٩٨٠ على وجه

الخصوص ،وحدث خلال السنوات القليلة الماضية في العراق. أما تعرية التربة التي يقصد بها إزالة الطبقة الخصبة منها الحاوية على المواد العضوية و المعدنية فهي نشطة لان معظم الأقطار العربية قاحلة لذا فهي معرضة بصورة دائمة لتأثير التعرية المائية والهوائية.

فمثلاً تلف التربة الذي ينتج من التعرية الهوائية ،يعرض للخطر تقريبا كل أراضي الرافدين المنخفضة.إذ باتت الكثبان الرملية تهدد العراق وأنهاره وأراضيه الزراعية بالطمر والدفن. وللنباتات والحيوانات دورها بتفاعلها مع بيئتها فهي تساهم بصورة رئيسية إما بالحفاظ على توازن البيئة أو بتدهورها.

فالإفراط الرعوي يؤدي إلى سرعة إزالة الغطاء النباتي وما ينتج عنه من اشتداد التعرية.

ثانياً: العوامل البشرية:

تلعب دورا رئيسيا في خلق التصحر فيتمثل دور الإنسان في مجالين:

الأول: الضغط السكاني :

فقد بلغ مجموع سكان البلاد العربية ٣٠٧مليون نسمة في ٢٠٠٣ ويتركز معظم هؤلاء في المناطق الجافة وشبه الجافة التي تعاني من التصحر وتعد المعدلات السنوية لنمو السكان في اغلب البلاد العربية من أعلى المعدلات في العالم كما في الصومال ٤،٢٪ والسلطة الفلسطينية ٣،٦٪واليمن ٣،٥ ٪ والكويت ٣،٥٪ والسعودية ٢،٩٪ وعمان ٢،٩٪ في الفترة ٢٠٠٠-٢٠٠٥. رغم الانخفاض الذي طرأ على هذه المعدلات في السنوات الأخيرة. وإذا أخذنا في الاعتبار توقع عدد سكان العالم العربي الذي سيزداد في السنوات القادمة فهذا يعني استمرار الضغط السكاني الذي ينتج عنه مزيد من التوسع الزراعي وزيادة أعداد الماشية، ومن ثمة زيادة الرعي وقطع الغابات والهجرة واستيطان أماكن غير ملائمة لاستغلال مواردها بشكل مستمر إضافة إلى توسع المدن وتضخمها الذي يكون في

كثير من الحالات على حساب الأراضي الزراعية. كل هذه العوامل تساهم بتسريع التصحر، حيث أن نمو السكان والفقر والتدهور البيئي يعزز كل منهما الأخر.

الثاني : نمط استخدام الأرض:

الذي تختلف نوعيته وكثافته من مكان إلى أخر ومن أوجه استخدام الأرض قطع الأشجار ورغم محدودية مساحة الغابات في العالم العربي التي تقدر بحوالي ١٣٥ مليون هكتار أو ٩,٦٪ من المساحة الكلية إلا أن استغلالها لا يتسم بالتخطيط، إذ يسود القطع السيئ في أحيانا كثيرة. ففي المغرب يفقد حوالي ٢٠,٠٠٠ هكتار من الغابات سنويا لاستخدامها كخشب وقود إذ أن معدل استهلاك الأسرة من الخشب يقدر ب ٢,٦١ طن في السنة. أن مثل هذه المستويات من استهلاك الكتلة العضوية يفوق الطاقة الإنتاجية للغابات وأعشاب الاستبس في المغرب. وفي السودان تساهم الأشجار بحوالي ٦٠٪ من مجموع الوقود المستهلك، وترتفع هذه النسبة إلى حوالي ١٠٠٪ في بعض المناطق الريفية . وفي العراق تراجعت مساحة الأراضي التي تغطيها الأشجار بسبب إهمال السلطات السابقة هذا القطاع . فقد تعرضت غابات الشمال إلى التلف بسبب القطع العشوائي والحملات العسكرية للقضاء على الحركة الكردية وما رافقها من إحراق آلاف القرى.

وتراجعت مساحة الغابات في فترة وجيزة من ١٩٢,٠٠٠ هكتار في ١٩٩٠ إلى ١٨٩,٠٠٠هكتار في ١٩٩٤ . كذلك تراجعت أعداد النخيل من حوالي ٣٠ مليون إلى حوالي ١٢ مليون بسبب الحروب وبالأخص الحرب العراقية – الإيرانية وقلة المياه والأمراض الزراعية والإهمال. لذا بات تدهور الغابات والنباتات الأخرى عاملا مهما في تدهور البيئة وتوجهها نحو الجفاف في العالم العربي وهذا ينسحب أيضا على أقطار أخرى مثل سوريا ولبنان والجزائر وتونس.

ويساهم الضغط الرعوي بخلق التصحر الذي يقصد به تحميل أراضي المراعي عددا من الماشية أو أنواعا معينة منها لا تتفق وطاقة هذه المراعي على تغذيتها.والملاحظ أن تصحر الأراضي الرعوية لا يؤثر في الإنتاج الحيواني فقط لكنه يعجل بحدوث سلسلة من الوقائع تؤثر في كل النظام البيئي، مثل قلة أو زوال الغطاء النباتي وما يصاحبه من تعرية التربة وزيادة خطر انجرافها. وهذا غالبا ما يقود إلى انخفاض في الإنتاجية الأولية بشكل يتعذر معالجته. ومن ثم يضعف من إمكانية البيئة على التعويض النباتي.كذلك فان الإفراط الرعوي يعمل على إحداث تبدل نباتي بواسطة إحلال أنواع غير مستساغة ، محل الأنواع المستساغة نتيجة الرعي المختار.

وهناك الكثير من الأمثلة على الرعي الجائر وتأثيره في صنع التصحر في الأقطار العربية ففي السودان، يعتبر الرعي الشكل الرئيسي لاستخدام الأرض. لذلك فاستخدام موارد الرعي، بشكل مفرط، نتج عنه تصحر الكثير من الأراضي.وفي وسط وشمال الصومال، أتلفت معظم النباتات نتيجة للرعي الجائر. كذلك فان قيام الأشخاص اللاجئون إلى الصومال من الدول المجاورة باصطحاب مواشيهم معهم وبقائها بصورة رئيسية بجوار المخيمات يمنع عملية التجديد الطبيعي للغابة، ومن ثم يساهم في صنع التصحر.وتتوفر أدلة من مراعي الكويت، تشير إلى تدهور الكثير من النباتات الرعوية تحت وطأة الضغط الرعوي وسوء إدارة المراعي. وفي الجزائر والمغرب وتونس يتجاوز معدل الرعي من ثلاث إلى خمس مرات طاقة المراعي الحقيقية.وفي تونس يشير تقييم استخدام الأرض حتى عام ١٩٨٠ إلى تراجع مساحة الأراضي المستخدمة للرعي ب ٤ مليون هكتار. وهناك عامل أخر يتمثل بالضغط الزراعي الذي يقصد به تكثيف استخدام الأرض بالزراعة أو تحميل التربة أكثر من طاقتها الحيوية حيث يؤدي ذلك إلى حدوث تدهور في التوازن البيئي و إشاعة التصحر.

ولدينا مثال واضح من جنوب السودان عن نتائج الضغط الزراعي إذ يخصص ٢-٤ فدان من الأراضي لكل الأسرة من اسر اللاجئين إلى السودان من الدول الأفريقية المجاورة. وبما أن التربة تكون اقل خصوبة في الجنوب فان تخصيص هذه المساحة يعتبر غير كاف لإنتاج الطعام للأسرة الواحدة.لذلك يتبع الفلاحون أسلوب الزراعة الكثيفة لزيادة إنتاجهم ونتيجة لذلك تقل خصوبة التربة بصورة سريعة بعد أول سنتين من زراعتها.

كذلك يعد توسع الزراعة البعلية (المعتمدة على الأمطار) في مناطق تعاني أصلا من قلة الأمطار عامل مهم في صنع التصحر حيث يلاحظ الآن في العديد من المناطق العربية زراعة القمح فيها، بينما لا يسقط في هذه المناطق أكثر من ١٥٠-٢٠٠ ملم من الأمطار سنويا.والأرض تترك بعد الحصاد لتكون عرضة للتعرية المائية والهوائية . كما في جنوب تونس حيث سجل خسارة غطاء التربة بمعدل ١٠ طن في الهكتار في الشهر.

أما أسباب التصحر في مناطق الزراعة المروية فتعود إلى سوء استغلال وإدارة الأراضي المروية والإسراف في ريها حيث يؤدي ذلك إلى تملح التربة وتغدقها وبالتالي يتدهور إنتاجها وتبرز هذه الظاهرة في التربة ذات التصريف السيئ أو عند الري بمياه ترتفع فيها نسبة الملوحة. فقد ارتفعت ملوحة مياه الري في بغداد بنسبة كبيرة ٤٢٪ خلال ١٩٦٧-١٩٧٩ بينما في الموصل ارتفعت بنسبة ٢٠٪ في نفس الفترة . والأمثلة على تملح التربة في البلدان العربية كثيرة. كما في حوض نهري دجلة والفرات في العراق وسوريا وفي مصر. وكانت نسبة الأراضي التي تعاني من التملح في العراق تقدر ب ٥٠٪ من الأراضي المروية وبالتأكيد فان هذه النسبة قد ارتفعت بسبب ما شهدته البلاد من ثلاثة حروب مدمرة وحصار اقتصادي وإهمال النظام المنهار للقطاع الزراعي . ونفس هذه النسبة تلاحظ في وادي الفرات في سوريا. وفي مصر فان حولي ٣٠٪ من الأراضي الزراعية تعاني من التملح والتغدق نتيجة الإفراط في استخدام مياه الري. وتظهر

هذه المشكلة في ليبيا والسعودية ودول أخرى بسبب عمليات الري غير السليمة و سوء صرف مياه الري. وفي المناطق القريبة من البحار يقود الإفراط في استهلاك المياه الجوفية إلى تداخل مياه البحر للتعويض عن الماء المستهلك وبذلك ترتفع نسبة الملوحة تدريجيا في الآبار وفي حالة السقي منها يؤدي ذلك إلى تملح التربة كما هو ملاحظ في الكويت و الإمارات وليبيا.

كذلك استخدام الحراثة الآلية غير المتكيفة مع الظروف البيئية في المناطق الجافة يعمل على الإخلال بالتوازن البيئي ومن ثم يسرع عملية التعرية كما في الأقطار العربية في شمال أفريقيا وفي شرق البحر المتوسط. إجمالا فان استمرار الضغط على الأراضي الزراعية و تحميلها أكثر من طاقتها يؤدي في نهاية المطاف إلى تدهور إنتاجيتها وتوسع التصحر.

نتائج التصحر:

للتصحر في الأقطار العربية العديد من النتائج أبرزها: النتائج البيئية والاقتصادية والاجتماعية. فبالنسبة لنتائج البيئة فهى تتمثل في تدهور الحياة النباتية والحيوانية (بعض فصائل النباتات والحيوانات انقرضت فعلا) وفي تدهور التربة والمراعي وتقلص مساحة الأراضي الزراعية ونقص في الثروة المائية وتدهور نوعيتها وبالأخص ارتفاع نسبة الملوحة فيها.كل ذلك يعود إلى الاستخدام غير السليم والجائر لهذه الموارد. وفي النهاية يمكن أن يكون تدهور البيئة عاملا رئيسيا في تغير المناخ.

أما النتائج الاقتصادية المباشرة فتتمثل بما حددته الأمم المتحدة في مسحها لحالة البيئة في العالم للفترة ١٩٧٢-١٩٩٢ حيث ورد : يؤثر تدهور الأرض وتصحرها في قدرة البلدان على إنتاج الأغذية، وينطوي بالتالي على تخفيض الإمكانيات الإقليمية والعالمية لإنتاج الأغذية ، كما أنهما يسببان أيضا في إحداث العجز الغذائي في المناطق المهددة، مع ما لذلك من أثار على الاحتياطات الغذائية وتجارة الأغذية في العالم. ونظرا لان التصحر ينطوي على تدمير للحياة النباتية

ونقصان مجموعات نباتية وحيوانية كثيرة، فهو أحد الأسباب الرئيسية لخسارة التنوع البايولوجي في المناطق القاحلة وشبه القاحلة مما يقلل من فرص إنتاج الأغذية.وهذه الاستنتاجات تنطبق على مناطق عالمنا العربي. الأمثلة الصارخة التي نتجت عن تجفيف اهوار العراق تراجع أعداد حيوان الجاموس المعطاء الذي يعيش قرب الأنهار والاهوار من ١٤٨,٠٠٠رأس في ١٩٩٠ إلى ٦٥,٠٠٠رأس في٢٠٠١ وتراجع صيد الأسماك من٣١,٥٠٠ طن متري في ١٩٩٠ إلى ٢٢,٥٠٠ طن متري في ١٩٩٦ علما أن هذه الإحصاءات رسمية.

التصحر أحد العوامل الرئيسية التي تعيق التنمية الاجتماعية والاقتصادية في البلدان العربية ويزيد بدوره من المشاكل الاقتصادية التي تواجه هذه البلدان وهذه المشاكل تعمل بدورها على تفاقم التدهور البيئي وهكذا تواجه هذه البلدان حلقة مفرغة. إذ أن حالة البيئة لا يمكن فصلها عن حالة الاقتصاد.ومن هنا يتبين لنا أن التخلف الاقتصادي والتدهور البيئي يعزز كل منهما الآخر لتكريس التخلف في كثير من الأقطار العربية.

أما النتائج الاجتماعية للتصحر فتتمثل في تزايد هجرة سكان الريف والرعاة نحو المدن طلبا للعمل ولحياة أفضل. وينتج عن هذه الهجرة ضغوط متزايدة، على إمكانيات المدن المحدودة، وتساهم في زيادة معدل نمو سكانها أسرع من معدل نمو سكان الريف (بلغ المعدل السنوي لنمو سكان المدن ٣,٩٪ ولسكان الريف ١,٣٪ في أقطار شمال إفريقيا للفترة ١٩٩٠-١٩٩٥). معدلات النمو العالية في المدن تشكل عبئا على الحكومات لتوفير الخدمات الاجتماعية المكلفة على حساب الهياكل الارتكازية المنتجة.ويولد ضغط الهجرة الريفية-الحضرية الكثير من المشاكل الاجتماعية في المدن مثل:انخفاض المستوى المعاشي، البطالة ، قلة الخدمات الصحية والتعليمية،قلة السكن،التوترات والنزاعات الاجتماعية،الإخلال بالأمن...الخ. ثم أن إفراغ الريف من سكانه وترك الأرض يساهم هو الآخر في استمرار التصحر. ففي العراق تدهور الزراعة ترافق مع

تسارع هذه الهجرة التي نتج عنها استنزاف ثابت للقوى العاملة الزراعية ففي ٥سنوات فقط (١٩٧٠-١٩٧٥) انخفضت هذه النسبة ١٠٪.

- **وسائل مكافحة التصحر في البلاد العربية**

رغم إدراك خطورة التصحر، إلا ان وسائل مكافحته في بلداننا العربية لم ترق بعد إلى مستوى التهديد ،الذي يمثله على شتى الأصعدة البيئية والاقتصادية والاجتماعية والحضارية والسياسية والأمنية. لذا بات من الضروري إعطائها مكان الصدارة في خطط التنمية .وتتطلب مكافحة التصحر وضع خطط واضحة المعالم تتضمن أهداف مباشرة تتمثل في وقف تقدم التصحر واستصلاح الأراضي المتصحرة وأخرى تشمل إحياء خصوبة التربة وصيانتها في المناطق المعرضة للتصحر.ويتطلب الأمر تقويم ومراجعة الخطط بصورة مستمرة لتلافي ما هو غير صالح ونظرة بعيدة المدى وإدارة رشيدة لموارد البيئة الطبيعية على جميع المستويات وتعاون عربي وإقليمي ودولي فعال.مع الأخذ في الاعتبار عدم وجود حلول سريعة لهذه المشكلة .ويمكن ان تختلف وسائل مكافحة التصحر من قطر عربي إلى آخر باختلاف مسببات وسرعة التصحر والرؤية لهذه المشكلة.

ولكن هناك أوجه شبه فيما بينها يمكن إدراجها بصورة عامة تحت النقاط الآتية:

١. المسح البيئي الهادف لتقدير الطاقة الحيوية للأرض الذي يعد المقدمة الضرورية لأي خطط تستهدف مكافحة التصحر إذ ان غياب قاعدة للمعلومات البيئية يضاعف من صعوبة التنبؤ بالأوضاع البيئية. ولإنجاز هذه المهمة يتطلب اعتماد العلم والتقنية في مراقبة التصحر وتطوير محطات الأرصاد الجوية وزيادة عددها ورفع مستوى التنسيق وتبادل المعلومات فيما بينها على الصعيد العربي والدولي لرصد التقلبات الجوية.

٢. حماية الغابات إذ يجب أن تبقى الغابات محافظة على توازنها الحيوي المسئول عن خصوبة التربة وذلك بمنع قطع الأشجار بصورة عشوائية ويبدو أن حماية الغابات وإعادة تشجيرها كأسلوب لمكافحة التصحر لا تزال في طور التجربة في الأقطار العربية.
٣. ترشيد الزراعة البعلية (المعتمدة على الأمطار) بالحد من توسع هذا النوع من الزراعة تجاه الأراضي الأقل ملائمة من ناحية كمية الأمطار الساقطة .إذ أن هذا التوسع يؤدي إلى تدهور التربة و النظام البيئي.
٤. ترشيد الرعي عبر تحديد طاقة المراعي على إعالة إعداد معينة من الحيوانات لتلافي تعريضها للتلف والتدمير. ويرى الجغرافي **Peter Haggett** ان إراحة أراضي الأعشاب و الرعي الدوري وإضافة السماد إلى دورة المواد المغذية تعتبر وسائل للتعامل مع مشكلة الضغط الرعوي.وهناك تجارب ناجحة في مجال صيانة المراعي الطبيعية وتنميتها كما في سوريا وتونس والسعودية والإمارات وليبيا إلا أنها تحتاج إلى المزيد من التطوير والتوسيع.
٥. ترشيد استخدام المياه من خلال إتباع وسائل ري وصرف أكثر فعالية مثل الري بالتنقيط والرش وتقنين المياه المستخدمة حتى لا يؤدي الإفراط في استخدامها إلى تملح التربة.
٦. استخدم وسائل أكثر فعالية لوقف تعرية التربة و منع العوامل التي تسرع فيها وتثبيت الرمال المتحركة للوصول إلى استزراعها لتحويلها إلى عنصر منتج.
٧. الحد من معدلات نمو السكان العالية من خلال أتباع برامج تنظيم الأسرة وتفعيل دور العوامل التي تعزز هذه البرامج مثل إنجاز تحولات اجتماعية واقتصادية ورفع مستوى التعليم والخدمات الصحية لأنه دون ذلك تبقى فعالية تنظيم الأسرة محدودة.

٨. نشر وتعميق الوعي البيئي على مستوى الحكومات والجماهير إذ يلاحظ أن البنية المؤسساتية لازالت لا تسمح بمساءلة صانعي القرار من قبل الجماهير والمجموعات الأهلية المعنية بالحفاظ على البيئة.والتأكيد على العلاقة التكاملية بين البيئة السليمة والتنمية الدائمة.

٩. إنشاء مؤسسات تهتم بالمحافظة على البيئة مثل ما أقدمت عليه السلطة الجديدة في العراق بإنشاء وزارة البيئة التي سيكون لها تأثير مهم في مكافحة التصحر من خلال تنسيق جهودها مع الوزارات الأخرى مثل وزارة الزراعة.

=============

أسئلة

على الوحدة التعليمية الحادية عشر

١- في رأيك هل يمكن الفصل بين دور العوامل الطبيعية والعوامل البشرية كمسببات لظاهرة التصحر؟

٢- أكتب عن تطور ومفهوم التصحر؟

٣- ما مدى انتشار ظاهرة التصحر في مصر والقارة الإفريقية ؟

٤- ماهي أهم أعراض ظاهرة التصحر؟

٥- كيف يمكنك التفرقة بين تدهور الأراضي وتصحرها ؟

٦- أذكر تعريف دوزانوف للتصحر؟

٧- أكتب تعريفاً محدداً لكل من المصطلحات التالية:

١- التحول غير العكسي.

٢- الأرض الجافة.

٣- الصحراء.

٤- الإنتاجية الحيوية.

٥- جفاف الأراضي.

٦- جفاف الغطاء النباتي.

٨- وضح دور العمليات الطبيعية في عملية التصحر؟

٩- اشرح دور الإنسان في شيوع ظاهرة التصحر؟

١٠-كيف يمكنك تصنيف درجة التصحر ؟

١١-ماهي أهم مقترحاتك لمواجهة ظاهرة التصحر في العالم العربي ؟

١٢- للتصحر فى الدول العربية العديد من الآثار وضح ذلك؟

الوحدة التعليمية الحادية عشر

سوء الاستغلال وعلاقته بتدهور الأراضي

Soil Degradation In Relation To Soil Missuse

الأهـــــداف :

بعد الانتهاء من دراسة هذه الوحدة يجب أن يكون الطالب قادرا على أن :

١ ــ يفهم تأثيرات الرعي الجائر وإزالة الغابات على تدهور الأراضي.

٢ ــ يدرك أثر سوء استخدام المياه على ملوحة الأراضي.

٣ ــ يفرق بين التمليح الأولى والثانوي.

٤ ــ يترك مسببات التمليح الثانوى للأراضي المروية.

٥ ــ يعدد عناصر تلوث التربة والمياه.

٦ ــ يتعرف على تــأثير التضــاغط النــاتج عــن الآلات أو المــرور الثقيــل للحيوانات.

العنـــــاصر :

١ــ الرعي الجائر .

٢ــ إزالة الغابات .

٣ــ سوء الاستخدام المائي .

٤ــ تلوث التربة والمياه .

٥ــ تأثير التضاغط .

• سوء الاستغلال وعلاقته بتدهور الأراضي
Soil Degradation in Relation to Soil Missuse

إن الانفجار السكاني المتزايد وخاصة بالمناطق الجافة وشبة الجافة حيث الموارد الطبيعية ـ خاصة الماء ـ محدودة تؤدى إلى العديد من المشاكل كناتج عن المغالاه في استخدام الموارد أو سوء إستعمالها بهدف تعظيم الإنتاج ، والإنسان تحت هذه الظروف يعمل كأثر هادم يؤدى لتدهور التربة وتدهور المصادر الطبيعية بالمياه ـ والبرامج المرشدة وحسن إدارة المصادر من أهم العناصر للحد من هذا التدهور.

وتشمل علامات التدهور نواتج للعمليات الآتية والتي حددتها هيئة UNEP في :

ـ الزراعة المكثفة Over Cultivation .

ـ الرعى الجائر Overgrazing .

ـ العمليات الزراعية الغيرثابتة Unsustainable Agriculture Practices.

وسنتناول في هذا الجزء أهم الأسباب المؤدية لحدوث التدهور والتي تتركز في الرعى الجائر ـ إزالة الغابات ـ سوء الإستخدام المائى ـ التلوث وعناصر أخرى من عناصر سوء إدارة التربة .

١- الرعى الجائر Overgrazing:

تعتبر من المشاكل الرئيسية المؤدية لتدهور التربة. فزيادة أعداد الماشية على المستوى العالمي بمقدار ٣٨٪ خلال ٢١عاماً وزيادة أعداد الأغنام والماعز بمقدار ٢١٪ أدت لزيادة التركيز على المراعى على حساب طاقة الأرض نفسها ، وفي نفس الوقت فإن محاولة زيادة الرقعة المزروعة أدت بدورها لتقلص مساحات المراعى مما أدى لزيادة الضغط على المراعى الطبيعية.

وتختلف طبيعة الحيوانات الرعوية من حيث تأثيرها على المراعى المختلفة فالأغنام أو الماعز التي تستطيع التغذية حتى على بعض النباتات الخشبية

ويمكنها أن تصل لمناطق بعيدة يشكل خطراً أكبر قياساً للماشية التي تتغذى على أنواع معينة تاركة النباتات الشوكية ليصبح المرعى مع مرور الوقت غير صالح حيث تتأثر النباتات ويعرى السطح ليصبح أقل مقاومة لعمليات التعرية المختلفة. كذلك فالمرور الثقيل لبعض أنواع الحيوانات – الأبقار – يؤدى لتضاغط التربة ومع مرور الوقت تفقد التربة خصوبتها وقدرتها على الإحتفاظ بالماء كنتيجة لسهولة الجريان المائى على سطحها.

ومن ناحية أخرى فإن فقد المرعى الطبيعي يعنى فقد المواد العضوية التي تعمل على إيجاد بناء جيد يحد من فعل عمليات التعرية بصورها المختلفة. ومن الملاحظ أن المناطق القريبة من مصادر المياة تعتبر اولى المناطق المعرضة لعمليات الرعى الجائر وكذلك التضاغط لتركيز وجود الحيوانات بجانب مصدر المياة المطلوب لشربها.

٢ ــ إزالة الغابات Deforestation

تعتبر عملية إزالة الغابات سواء لاستعمالها كوقود للتدفئة في مناطق متعددة او لزيادة الرقعة الزراعية احد الاسباب التي تعرض التربة لفرص حدوث التعرية والمغالاة في عمليات الإزالة هى العنصر الأساسى في ذلك حيث يستهلك الفرد عمليا ثلاثة أضعاف الكمية التي يحتاجها لعمليات التدفئة الفعلية والتي لا تتعدى ١ كجم/فرد/يوم.

وفي جانب أخر فإن الأثر البيئى الناتج عن إزالة الغابات متعارف علية من حيث زيادة تركيزات ثانى اكسيد الكربون في النظام البيئي وما يتبع ذلك من آثار سيئة.

٣ ــ سوء الاستخدام المائي :

يؤدى سوء الإستخدام المائى في الأراضي المروية إلى نوعين من تدهور التربة والإنتاج:

أ ــ زيادة كميات الماء المضاف في الري عن حاجة النبات يؤدى إلى رشح الماء الزائد إلى أسفل حيث يرفع مستوى الماء الأرضى حتى يقرب من سطح

التربة إلى الدرجة التي عندها تصبح التربة غدقة سيئة التهوية كما يحدث الآن في الجزء العلوى من دلتا النيل.

ب ــ نقص كميات الرى عن اللازم لغسيل الأملاح المتراكمة ، أو الرى بمياه ذات نوعية منخفضة ، يؤدى إلى تراكم الأملاح بالتربة وتسمى هذه العملية بعملية التمليح Salinzation.

وتمثل مشكلة الملوحة أحد أهم المشكلات البيئية العالمية والتي حددت في مؤتمر البيئة والتطور عام ١٩٩٢ ، وتتركز هذه المشكلة أساساً في المناطق الجافة وشبة الجافة حيث المصادر المائية محدودة فضلاًعن محدودية صلاحيتها للرى كذلك في مناطق الزراعات المرورية . وعلى الرغم من أن مناطق الزراعات المروية لا تمثل أكثر من ١٥٪ من الأراضي المزروعة عالمياً إلا أن قيم إنتاجها بالنسبة للغذاء العالمى تصل الى٣٥ ــ٤٠٪. والجدول (١) يبين نسب الأراضي المتأثرة بالأملاح في بعض الدول المختلفة والذى تصل في المتوسط إلى ٣٠٪ بالنسبة للأراضى المروية.

وتظهر مشاكل الأراضي المتأثرة بالأملاح في زيادة تركيز الأملاح ــ إرتفاع مستوى الماء الأرضى ــ التلوث المائي. ولا ينحصر الضرر على خفض إنتاجية التربة بل يتعداها لموت النباتات التي لا تستطيع مقاومة الأملاح وتحل محلها نباتات محبة للملوحة قد تكون غيرمفيدة من الوجهة الإقتصادية ، كذلك يؤدى ذلك لتغيرات في الحياة الحيوانية القائمة حيث تهاجر معظم الحيوانات من تلك المناطق أو تموت. والأراضي الملحية عادة ما تعرف بأنها الأراضي التي تحتوى على نسب مرتفعة من الأملاح (تركيز فوق٤ مليموز/سم) وعادة ماتكون هذه الأملاح سهلة الذوبان بحيث تؤثر سلبيا في نمو المحاصيل الاقتصادية.

ولا تقتصر المشكلة على الأراضي الملحية بل تشمل أيضا الأراضي القلوية حيث تقل تركيزات الأملاح وتزيد نسبة الصوديوم على معقد الإمتصاص لتتعدى ١٥٪ وتصبح مشاكل عمليات الاصلاح أعقد من سابقتها.

جدول ١: النسب المئوية للأراضي المتأثرة بالاملاح في الأراضي المروية ببعض الدول المختارة*.

الدولة	نسبة الأراضي المتأثرة بالأملاح %	الدولة	نسبة الأراضي المتأثرة بالأملاح %
العراق	50	سوريا	5-30
باكستان	أقل من 40	الولايات المتحدة	5-20
مصر	30-40	الأردن	16
إيران	اقل من 30	السودان	أقل من 20
الهند	27	الجزائر	10-15

*عن هيئة الأغذية والزراعة.

مصادر وأسباب تملح الأراضي:

يقصد بعمليات تملح الأراضي مجمل العمليات المعقدة والمتداخلة التي تؤدى في النهاية إلى تجمع الأملاح سهلة الذوبان بالتربة وزيادة تركيز الأملاح في المياه الأرضية ، يؤدى ذلك إلى إعاقة نمو النباتات الإقتصادية وتقليل إنتاجية الأراضي. **ويمكن تقسيم تمليح التربة إلى نوعين هما :**

أولاً : التمليح الإبتدائى (الأولى) primary Salinization

وتنشأ الملوحة منذ بداية نشأة التربة كناتج عن التجوية للصخور والتي تعتبر كمصدر أساس للأملاح . ومقاومة هذا النوع تكون من الصعوبة بمكان اللهم إلا محاولة الوقاية منة. وذلك بالتخلص من الأملاح أولاً بأول عن طريقة صرفها مع الماء الزائد كذلك محاولة التأقلم مع الظروف الموجودة ورسم برامج إدارة التربة التي تلائم ذلك. وفي المناطق المطرية تصبح الصورة أسهل بكثير من المناطق الجافة حيث تساعد الرخات المطرية الشديدة على غسيل التربة وذلك بوجود نظام صرف جيد.

ويمكن تصنيف الملوحة الناتجة في المناطق الواقعة على سواحل البحار ضمن هذا النوع حيث الرياح المارة بهذه المناطق تنقل معها بعض رزاز البحر بما يحتوية من أملاح والتي تترسب على المناطق الشاطئية مؤدية لتملح قطاعاتها ، كذلك رى الأراضي الملحية مع وجود ظروف تبخر عالية يؤدى لنفس النتيجة.

ثانيا : التمليح الثانوى Secondary Salinization

وينتج هذا النوع عن النشاط البخرى المكثف وتتركز أسبابة في :

أ ــ ارتفاع مستوى الماء الأرضى المالح وينتج عن:

- **سوء نظام الصرف القائم:** حيث يؤدى لتجمع المياة المالحة نسبياً ورفع مستوى الماء الأرضى الذى تتحرك مياهه إلى أعلى عن طريق الخاصة الشعرية كناتج عن معدلات البخر المرتفعة مما يؤدى لتمليح قطاع التربة. كذلك تكوين القشرة الملحية على السطح.
- **الفواقد المائية عن طريق الرى :** وتشمل معدلات الرشح المرتفعة – المجارى المائية الغير مبطنة بصورة جيدة. حيث يصل معدل الفقد في المياه إلى ما يقارب ٥٠٪ في بعض الأحيان من تلك القنوات. ويؤدى ذلك الى رفع مستوى الماء الأرضى. كذلك فإن الإسراف الزائد في عمليات الرى خاصة في وجود نظام رى سطحى والذى تصل كفاءتة الى حوالى ٤٠ ــ ٥٠٪ يؤديان لرفع مستوى الماء الأرضى وذلك في عدم وجود نظام للصرف.
- **زراعة محاصيل تحتاج مقادير عالية من المياه:** ــ مثل زراعة الأرز الذى يحتاج لكميات عالية من المياة وبالتالى يذهب جزء كبير من هذه المياه الى الماء الأرضى (وضح تأثيرات هذه الممارسات).

ب ــ استخدام مياه رى محدودة الصلاحية:

إذا تصورنا أن ماء الصنبور يحتوى على٠,٣جم / لتر من الأملاح فإن المتر المكعب يحتوى على ٣٠٠ جم وبفرض أن متوسط كمية مياه الرى ما بين ٤٠٠٠ ــ ٥٠٠٠م^{٣} / فدان فإن كمية الأملاح المضافة للتربة تتراوح بين٠,٧٥ ــ ١,٢ طن / فدان ، وبمضاعفة نسبة الأملاح بمياه الرى تتضاعف كمية الأملاح

المضافة للتربة وهذه الكمية المتفاوتة تتوقف على نوعية المياه المستخدمة في الرى وكناتج عن محدودية المصادر المائية في مناطق الأراضي الجافة وشبه الجافة أدى إلى إستخدام نوعيات متدنية من المياه في أغراض الرى . وعند إضافة هذا النوع فالتربة عادة ما تحتفظ بالماء في حدود سعتها الحقلية وبالتالى تحتفظ بكمية من الأملاح في الماء المستخدم ، هذا فضلاً عن أن الماء الزائد بأخذ طريقة لباطن الأرض ليرفع من مستوى الماء الأرض خاصة مع عدم وجود نظام جيد للصرف ، ويؤدى ذلك كله الى تمليح قطاع التربة.

وفي الجانب الأخر فإن تغيرات الخصائص الطبيعية للتربة نتيجة لزيادة تركيز الأملاح بمياه الرى تؤدى بدورها الى اعاقة لحركة المياة فضلاً عن التأثيرات الناتجة عن الإختلال في الميزان المائى الهوائى لنظام الأرض والذى يقلل من إنتاجيتها.

وتعتبر مشروعات مناطق قلابشو وزيان ــ خاصة في وجود ماء أرضى قريب ــ كذلك بعض مساحات بالقطاع الشمالى لمديرية التحرير واستخدام مياة الآبار عالية الملوحة بالساحل الشمالى الغربى من الأمثلة الحية على ذلك .

جـ ــ ندرة المياه:

وتحدث عادة كناتج عن تعدى كميات البخرنتح للكميات المضافة من المياه سواء عن طريق الأمطار أو من المصادر المائية الأخرى ومع ارتفاع معدلات البخر وعدم وجود الماء الكافي أيضا للوفاء باحتياجات الغسيل تصبح فرصة تملح القطاعات الأرضية قائمة.

د ــ التضاريس:

وتشكل مشكلة أساسية في عمليات التمليح الثانوى كما يحدث عند الزراعة على خطوط حيث تتبخر المياه عن المناطق المرتفعة قبل غيرها وبذلك تصبح من أكثر المناطق المعرضة للتبخير وظهور التبقعات الملحية بها. والأراضي المستوية تصمد وإلى حد كبير أمام عناصر التمليح الثانوى. ولقد دلت التجربة المصرية

عن أن الإختلافات الدقيقة في الطبوغرافية يمكن أن تكون إحدى مشاكل التملـيح الثانوى بالأراضي الرملية الجيرية خاصة في وجود ماء رى محدود الصلاحية.

هـ ـ نظام الرى بالتنقيط:

يؤدى هذا النظام إلى تمليح المناطق المحيطة بمنطقة الإبتلال لذلك يقـال دائماً أن التنقيط هو توأم التمليح.

٢- التنبؤ باتجاه سير عملية التمليح:

تمر التربة المتملحة ثانوياً بعدة مراحل:

المرحلة الأولى :

وتشمل تمليح الأراضي الواقعة على جوانب القنوات وذلك بسبب الميـاه الراشحة من هذه القنوات والتي تتبخر تاركة الأملاح على جوانب القنوات.

المرحلة الثانية :

ويحدث فيها تملح لباقى الأرض المروية وذلك على مراحل تشمل ظهور البقع المتملحة موسمياً ـ ظهور البقع الملحية بصورة دائمة في الحقل ـ تملـح باقى الحقل المتأثر. وفي حالة وجود إدارة جيدة للتربة ومصادر المياه فإنه مـن غير المتوقع ظهور مشكلة الملوحة. ولكن في ظروف الإدارة السيئة يصبح التمليح متوقعاً. **وبغرض تلافي المشكلة قبل وقوعها يمكن التنبؤ بعمليات التملح وذلـك عن طريق:**

١. الدراسات المعملية والحقلية وتشمل دراسة المظاهر الحالية للتمليح.

٢. الصور الجوية وصور الأقمار الصناعية.

٣. الأنماط الرياضية.

ويمكن عن طريقها :

تحديد العمق الحرج للمياه الأرضية وذلك باسـتخدام نسـبة الكلوريـد / الكربونات في المياه الأرضية (d_1) وفي سطح التربة (d_2) حيث النسبة تساوى = d_2 / d_1 1 ، عندما يكون منسوب المياه الأرضية عند العمق الحـرج وعنـدما تعتبر التربة في حالة توازن ملحي. أما إذا كانت القيم أقل من ١ فإنها فـي دور

التملح وأكبر من ١ فهي في دور التخلص من الأملاح. وتفيد المعادلات التجريبية في زيادة فرص التنبؤ بظروف التمليح وذلك عن طريق:

- مقدار المتبخر من الماء الأرضى وهى من الطرق الغير مباشرة.
- نظم المحاكاه وذلك بإستخدام المعادلات في التكهن بتملح طبقات التربة المختلفة.

(استخدام شبكة المعلومات العالمية فى التعرف على بعض النماذج الرياضية للتنبؤ بتملح التربة).

- **تلوث التربة والماء Soil and water pollution**

قد يعبر عن التلوث بأنه الفساد الذى يجعل الأشياء غير نظيفة ومعظم الملوثات إما كانت منتجات مفيدة في وقت ما أو كنتائج عن عمليات إنتاجية لأشياء مفيدة. والتربة والماء تتعرضا لنوع من التلوث الفيزيائى او الكيميائى أو الحيوى أو لأكثر من نوع من هذه الأنواع . فالأراضي المعراه يمكن أن تصبح مصدراً لتلوث غيرها حيث تطمر الأجزاء للعراه منها مناطق أخرى خصبة ، كما يمكن أن تتأثر التربة والمياه بعناصر التلوث الكيميائى خاصة بالعناصر التلوث الكيميائى خاصة بالعناصر الثقيلة أو أى من المركبات السامة ، كما تتعرض التربة لعناصر التدهور البيولوجى الناتج عن وجود بعض المركبات السامة التي تؤثر على الأحياء بها.

ويمكن تقسيم مصادر التلوث إلى ثلاث مصادر رئيسية:ــ

- مصادر ترتبط مباشرة بالإنسان الكمية الناتجة عن الاستعمال الآدمي تقدر بحوالى ٣٨٠. م^{٣} لكل نسمة.
- مصادر صناعية وترتبط بنوع الصناعات وعادة بحالة النمو الإقتصادى للمجتمعات المتطورة.
- مصادر زراعية وترتبط بالأراضي المزروعة وإنتاج النبات وأعداد الحيوانات المختلفة. **وسنورد فيما يلى تفصيلاً لأهم هذه الملوثات التي تؤثر على الأراضي والمياه .**

١- ملوثات ترتبط بالإنسان:

أ ــ المخلفات الصلبة Solid Wastes :

تختلف نوعية المواد المكونة للمخلفات الصلبة الناتجة عن الإستعمال الآدمى من معادن ــ ورق ــ بلاستك ــ أخشاب وغيرها من المخلفات الأخرى. وتطمر هذه المواد عادة في أماكن محدودة في الأرض فيما عدا أن الماء الراشح عن هذه المواد وخاصة في وجود الأمطار يمكن أن يؤثر على الأرض المجاورة

، وفي أحيان كثيرة فإن هذه الماء بما يحتوية من عناصر مختلفة يـؤدى لتلـوث الماء الأرضى والذى بدورة يؤثر على الأراضي الزراعية المختلفة.

ويمكن إعادة استخدام هذه المخلفات وذلك بعد تصنيفها كنوع من الأسمدة العضوية أو قد تستخدم هذه البقايا كوقود. وتهدف الخطة القومية في مصر لإعادة إستخدام مثل هذه البقايا كأسمدة عضوية وأنشأت المصانع لذلك ويعتبر من أقدمها ذلك الموجود في منطقة شبرا الخيمة وكذلك الإنشاءات الحديثة للمصانع بـالجيزة والمنصورة والإسكندرية ودمياط.

<u>ب ــ المخلفات السائلة Liquid wastes :</u>

وتأثير هذه المخلفات على تلوث التربة والمياه يكون كبيراً وذلك بوجـود تركيزات مرتفعة نسبياً من العناصر خاصة الفوسـفور والنتـروجين والعناصـر الثقيلة مثل الحديد ــ النحاس ــ الرصاص ــ الزنـك ــ المنجنيـز ــ الكالسـوم وغيرها. وعادة فإن مثل هذه المخلفات تمثل مخلفات الصرف الصحي.

<u>ويتم التخلص من تلك المخلفات بأحد الطرق التالية أو أكثر:</u>

ــ الاستخدام المباشر لري بعض الأراضي الرملية.

ــ صرفها إلى المجارى المائية المختلفة.

ــ التنقية الميكروبيولوجية أو التنقية الكيمائية.

وعادة فإن الأضرار الناجمة من التخلص من هذه البقايا في الحالة الأولى والثانية تمثل مشكلة أساسية حيث تتراكم العناصر الثقيلة بالأراضي عن طريـق عملية التبادل الكاتيونى والتي يظهر تأثيراتها السامة على المـدى البعيـد كـذلك تتحرك الصور السهلة من بعض هذه العناصر إلى المصـارف أو إلـى الميـاه الجوفية لتلوثها. وبصورة أخرى فإن التأثير على النبات يتم أما مباشـرة وذلـك بتعلق جزء من هذه الملوثات المضافة بأوراق النبات كذلك بتركيز هذه العناصـر داخل النبات النامى والذى يستهلكة الإنسـان والحيـوان. والجـدول ٢ يوضـح تركيزات هذه العناصر في أراضى بمزرعة الجبل الأصـفر (الطبقـة السـطحية

صفر– ٣٠ سم) بعد ٣٠ و ٦٠ سنه من الإضافة ، كذلك يشير الجدول ٣ إلى تركيزات هذه العناصر في مخلفات الصرف الصحى لبعض المحطات في مصر.

وتعتبر عملية التنقية الميكروبيولوجية **(والتي يمكن استخدام المياه الناتجة عنها في ري بعض مناطق الغابات أو المساحات الخضرية بالطرق كما هو الحال في بعض دول الخليج العربى ومصر وتونس والعديد من الدول الأخرى)** نموذجاً جيداً للتخلص النسبى من الملوثات ، في حين أن المعالجة الكيمائية تعتبر مكلفة بالقياس للطرق الميكروبيولوجية.

وعادة تستخدم بعض المؤشرات للتركيزات المختلفة للعناصر والتي يجب أن لا تتعداها في المخلفات حتى ينصح بإستعمالها على سطح التربة، **(جدول ٤)** إلا أن الشواهد الحقيقية تؤكد مدى الإحتياج إلى تقييم حقيقى لتركيزات العناصر المختلفة من حيث تأثيرها على التربة والنبات.

جدول ٢: أثر استخدام الرى بمياه الصرف الصحى على العناصر الميسرة في التربة إلى فترات مختلفة بمزرعة الجبل الأصفر (جزء في مليون):

الموقع	N	P	K	Fe	Mn	Cu	Zn	Ca	Pb	Ni	Co
المخلفات (مرسب)	-	-	-	0.05	0.8	18	1.24	0.03	0.4	0.27	-
الأرض البكر	16	6	39	26	10	40	0.1	0.05	0.7	0.12	0.17
أرض مزروعة ٣٠ سنه	88	80	78	220	67	27	120	0.27	1.7	2.5	0.26
أرض مزروعة ٦٠ سنة	135	114	234	244	1480	41	323	0.68	42.2	4.1	0.75

جدول ٣: تركيز العناصر الثقيلة في مخلفات الصرف الصحى لبعض المحطات بمصر (جزء في المليون).

الموقع	رصاص	نحاس	منجنيز	زنك	كوبلت	كروميوم	كادميوم	نيكل	حديد
أبو رواش (خام)	0.23	6.1	0.51	1.7	0.16	1.5	-	-	-
أبو رواش بعد الترسيب	0.15	0.8	1.0	0.4	0.08	0.6	-	-	-
القاهرة	14.0	0.07	-	0.16	0.02	0.1	0.01	0.11	-
شرق الإسكندرية (خام)	225	240	155	621	5.2	-	2.2	17.1	1500
شرق الإسكندرية (مرسب)	0.01	10.1	4.6	1.2	0.01	-	0.01	0.01	5.0

جدول ٤: الحدود المسموح بها من تركيزات العناصر الثقيلة في المخلفات (جزء في مليون). من Melstead ١٩٦٩و Chaney ١٩٧٣.

العنصر	Melstead ١٩٦٩	Chaney ١٩٧٣
زنك	300	2000
نحاس	150	800
نيكل	3	100
كادميوم	3	0.5
زئبق	-	15
رصاص	-	-
بورون	-	100
منجنيز	300	-
الكروميوم	2	-
الكادميوم	1	-

٢- المخلفات الصناعية Industrial wastes

تنتج الصناعات مخلفات متباينة في تركيبها الكيمائي. وتختلف في كونهـا مخلفات صلبة ـ سائلة ـ غازية وذلك طبقاً لنوع الصناعة القائم ونـوع المـواد الخام المستخدمة ، ومعظم هذه المخلفات عبارة عن مركبات غير عضوية وكذلك القلة منها مركبات عضوية.

وتمثل المخلفات الصناعية مشكلة أساسية في مصر حيث تلقى غالبية هذه المخلفات في مياه النيل أو في المجارى المائيـة المختلفـة وذلـك دون تنقيتهـا. والنماذج القائمة لهذه الصورة هو تلوث مياه النيل عند مخارج بعض المصانع في منطقة حلوان حيث توجد مصانع الحديد والصلب وغيرها. كذلك المخلفات التـي تلقى في ترعة الإسماعيلية بمنطقة مسطرد حيث غالبيـة المصـانع تعمـل فـي صناعات النسيج. كذلك مناطق المنصورة ومنقياد حيث مصانع الأسمدة الأزوتية وكفر الزيات حيث مصانع النسيج وأبى قير حيث مصانع الأسمدة وغير ذلك من المناطق وتقوم المصانع بمدينة العاشر من رمضان بترسيب مخلفاتها في المناطق الصحراوية المجاورة.

ومن ناحية أخرى فالمخلفات الغازية والناتجة عن غبار الأسمنت بمنطقـة حلوان تؤدى للعديد من الأثار الضارة المباشرة على الإنسان والنبـات. وتشـير النتائج في **(جداول ٥ و ٦ و ٧)** إلى تركيز العناصر ببعض المخلفات الصـناعية والناتجة من منطقة حلوان حيث مصنع الحديد والصلب.

وتعتبر تكلفة التنقية لهذه المخلفات عائقاً إقتصادياً أمام أصحاب الصناعات المختلفة مالم تطبق التشريعات الضرورية في هذا الصدد حيث الأضرار الناتجـة عن تلوث التربة والمياه السطحية والجوفية كذلك الأضرار البشرية تكلف أضعاف تكاليف التنقية فضلاًعن هدم الموارد الطبيعية الأساسية.

هناك صورة أخرى من صور التلوث وهى عمليات طمر المواد المشعة في الأراضي فضلاً عن مخلفات المصانع نفسها والتي قد تلقى على الأرض أو فـي

المصادر المائية المجاورة ولا يخفي مدى التأثير الضار لهذه المخلفـات وعلـى المدى الطويل على الإنسان.

جدول ٥: التحليل الكيمائي للملوثات الغازية بمنطقة حلوان والصف الناتج عن تأثير صنع الأسمنت بهذه المنطقة.

المكون	حلوان	الصف
ـ معدل الترسيب طن / كم٢	120	17
ـ المكونات جزء في مليون:		
ـ الرصاص Pd	729	3.0
ـ الكادميوم Cd	7.3	3.5
ـ النحاس Cu	212	86
ـ الحديد Fe	8000	7000

جدول ٦: التركيب الكيميائي لمخلفات مصنع الحديد والصلب (بحلوان) عند أحواض الترسيب والملقاه في مياه النيل.

المكونات	في حوض الترسيب	إلى النيل
المادة المعلقة ملجم / لتر	3600	750
الخصائص		
PH	8.2	7.4
EC	0.86	0.67
SAR	3.0	2.3
تركيز بعض العناصر		
ZN	6.6	0.6
Fe	9.2	4.9
Mn	0.9	0.8

جدول ٧: التحليل الكيميائي للمادة المعلقة بمخلفات مصنع الحديد الصلب:

المكونات	في حوض الترسيب	إلى النيل
الرصاص جزء في المليون	118	10
الكادميوم جزء في المليون	16	7
النحاس جزء في المليون	225	69
الزنك جزء في المليون	1500	880
المنجنيز جزء في المليون	8750	4500
الحديد ٪	64-16	0.8

٣- المخلفات الزراعية Agricultural wastes:

عند تقييم الآثار الضارة لعمليات تدهور التربة. فإننا نركز على المفهوم الشامل للأثار التي تعمل على تقليل الإنتاجية. هذا التطور في المفهوم وجه الإهتمام لعوامل أخرى بخلاف العمليات الطبيعية أى إلى عناصر سوء الإستغلال والتي من ضمنها الإستخدامات الغير مرشدة لمدخلات الإنتاج الزراعي وتبدو المشكلة هنا أكثر تعقيداً حيث تنتشر الملوثات على سطح الأرض **non point source** عن تلك الناتجة عن المخلفات الصناعية والتي تعتبر مصدراً محدداً في منطقة واحدة **Point Source** وتشمل المخلفات الزراعية ــ مخلفات الإنتاج الحيواني وبقايا النباتات التي يمكن أن تنقل من خلال التعرية كذلك الكيماويات الزراعية (**الأسمدة والمبيدات**) والتي تستخدم لتعظيم الإنتاج.

أولاً : مخلفات الحيوانات:

بالنظر إلى مكونات المخلفات الحيوانية من العناصر المختلفة (جدول-٨) يتضح زيادة تركيز العناصر المختلفة بها خاصة الفوسفور والنتروجين. والمغالاه في إضافة هذه المخلفات في عمليات التسميد العضوى تؤدى لزيادة تركيز العناصر في الأرض. وتظهر هذه المشكلة في مناطق الإنتاج الحيوانى المصحوبة

بزراعات الأعلاف المكملة. وتظهر صورة فقد مثل هذه العناصر بصورة واضحة خاصة في حالة وجود الأمطار والتي تؤدى لظهور هذه العناصر بماء الصرف.

جدول ٨: مكونات المخلفات الحيوانية.

نوع الماشية	H_2O٪	المكونات ٪					
		نتروجين	فوسفور	بوتاسيوم	كبريت	كالسيوم	مغنسيوم
ماشية اللبن	89	0.56	0.1	0.5	0.05	0.28	0.11
ماشية اللحوم	80	0.7	0.2	0.45	0.85	0.12	0.10
الأغنام	65	0.65	1.4	1.0	0.09	0.585	0.185
الدواجن	27	0.37	1.3	1.14	-	-	-

ثانياً : الكيماويات الزراعية Agricultural Chemicals

أ ـ الأسمدة المعدنية:

يستخدم العالم كميات من الأسمدة الفوسفاتية والنتروجينية والبوتاسية بمعدل يصل إلى ١٠٠ مليون طن سنوياً. ويتراوح مستوى الإضافة من صفر إلى بضعة مئات من الكيلو جرامات لكل فدان طبقاً لنوع المحصول المنزرع وتتطلب زراعات الخضر والفواكهة معدلات مرتفعة قياساً بالمحاصيل الحقلية.

والزيادة المطردة في استخدام المخصبات الكيميائية تأتى من الحاجة لرفع إنتاجية الأراضي خاصة في الأراضي الرملية بالدول النامية والتي لا تعتمد على إختبارات التربة لتحديد الكميات الفعلية المطلوبة للتسميد.

ويأتى تأثير الأسمدة من خلال التأثير على التلوث المائى ، وتأثير الأسمدة على الميكروبات ، كذلك تأثيرعكس النشدرة **Denitrification** على طبقة الأوزون ، إضافة لتأثيرات الأسمدة على التربة.

وتصل العناصر إلى المجارى المائية كنتيجة للتدفق المائى الذي يتم من خلال عمليات التعرية المائية كذلك تصل الصور الذائبة إلى المصارف من خلال حركة الماء إلى أسفل. وعادة فإن هناك صور متبادلة من العناصر تنقل عن طريق الحبيبات المنقولة لمسافات بعيدة. والصور الذائبة من الأسمدة النتروجينية

وهى صورة النترات في حين أن الأمونيا والبوتاسيوم يمكــن أن يتواجــدا فــي الصورة المتبادلة كذلك الفوسفور والذى يمسك عن طريق التبادل الأيــونى فــي الأراضي. وقد يصل الفقد في الأراضي جيدة الصرف إلى مايقرب مــن نصــف الأسمدة المضافة ، كما قد يفقد حوالي ١٠٪ بالجريان السطحي.

وبوجه عام فإن معظم الدراسات تركزت على فقد النتروجين من التربــة خاصة في المناطق التي يمكن أن يتعرض ماؤها الجوفي للتلوث والتي يمكــن أن يستخدمها الإنسان .أما معدل حركة الفوسفور والبوتاسيوم أقل بكثير نظراً لعملية التبادل الكاتيونى والأنيونى التي تتم للبوتاسيوم والفوسفور على التوالي.

كما امتدت الدراسات لمحاولة تتبع الشوائب الناتجة عن عمليات التصنيع ،(جدول٩ و١٠ و١١) التي قد تتمثل في عنصر الكادميوم والرصــاص اللــذين يمكن تواجدهما في عمليات تصنيع الأسمدة الفوسفاتية ــ والتكثيف في استعمال مثل هذه الأسمدة وعلى مدى الطويل يمكن أن يؤدى لمشاكل بيئية أكبر.

جدول ١١ : تركيز العناصر الثقيلة ببعض الأسمدة المصنعة محليا (ug /g):

السماد	Ni نيكل	Cd كادميوم	Pd رصاص	Cr كرومبوم	Cu نحاس	Zn زنك	Fe حديد	Mn منجنيز
سوبر فوسفات (ذالب)	29.6	7.5	24.7	18.0	11.7	72	3244	260
سوبر فوسفات (كلى)	114	13.5	20.0	103.5	70.0	266	3221	271.5
سوبر فوسفات (كلى)	52	15	26	62.1	130	126	1214	100
سلفات الأمونيوم (ذالب)	12.2	0.8	2.0	2.0	2.0	1.1	63	0.8
نترات الكالسيوم (ذالب)	11	5.8	62	52	24	56	1956	244
نترات الكالسيوم والألمونيوم (ذالب)	45	1.1	2.0	8.0	2.8	0.7	42	1.1
يوريا (ذالب)	8.2	0.7	14	4	0.1	0.0	8.2	0.5
سلفات البوتاسيوم ١ (ذالب)	11.8	2.1	4.8	28	0	0.7	41	0
سلفات البوتاسيوم ٢ (ذالب)	62	1.8	169	16	2.8	0.7	210	6.4

<u>**ب ــ المبيدات pesticides:**</u>

تستخدم المبيدات لحماية المزروعات من الحشرات ولوقايتها من الأمراض وهى أحد مصادر تلوث التربة والماء وبعض الأصناف من المبيدات تعتبر ضارة للأنسان حيث تنتقل إلية خلال الدورة الغذائية – وتمسك بعــض بقايــا المبيــدات

بحبيبات التربة وتنتقل إلى مناطق أخرى خلال عمليات التعرية. ولقد لوحظ في تجارب مختلفة وجود حوالى ٤٠٪ من المبيدات المستخدمة لاتزال بالتربة بعد ٢٠ عاما من الأستخدام أما الأنواع السهلة التحلل فإن مكوناتها تنتقل بواسطة الماء الجارى ويمكن أن تصبح مصدر تلوث لأراضى أخرى أو للماء الجوفي.

وتشمل المبيدات طبقاً لاستخدامها مبيدات الحشائش والفطريات والحشرات.ويشمل تصنيع المبيدات في الوقت الحالى إستخدام مركبات الزرنيخ **Arsenical** والتي تحتوى على أملاح النحاس ، مثل هذه المركبات تدمص بواسطة التربة لسنين عدة.

وهناك بعض المركبات مثل **Dinitro , DNOC** وهى من الأصناف الخطرة على الثدييات على الرغم من تكسرها السريع بالتربة واستبدلت تلك المجاميع بجيل جديد من المركبات مثل **D - 4 - 2** ولها القدرة عالية على التثبيت. ومعظم المبيدات الفطرية مركبات ثابتة وتحتوى على تركيزات مرتفعة نسبياً من مركبات النحاس وتستعمل بكثرة لمقاومة الفطريات في نباتات الفاكهة وبعض أنواع الخضروات. وعادة فإن مثل هذه المركبات قد تخلط بالبذور قبل الزراعة.

تأثير التضاغط على تدهور التربة:

تبدو أهمية التضاغط في التأثير على تدهور إنتاجية التربة بصورة كبيرة في الأراضي الرطبة عنها في الأراضي الجافة حيث المرور الثقيل للالات أوللحيوانات يؤدى بدورة إلى تضاغط سطح التربة مما يقلل بصورة كبيرة من نسبة الهواء الأرض فضلا عن تقليل نفازية السطح للماء.وينتج عن ذلك انخفاض نسب الإنبات في المراحل الأولى هذا فضلا عن تدهور الإنتاجية بصفة عامة.

ومن جانب آخر فإن تقليل معدلات النفاذية تؤدى بدورها إلى احتمالات تأثر التربة بعوامل التعرية خاصة التعرية المائية.

وينتج في بعض الأحيان عن سير الآلات في ظروف رطوبة غير مناسبة وجود التكلات وتعجن سطح التربة.

ويمكن وإلى حد كبير التقليل من التضاغط عن طريق :

- إجراء عمليات الخدمة تحت الظروف المثلى من الرطوبة.
- تنظيم مرور الآلات والحيوانات في ممرات محددة.
- إتباع أساليب ونظم الخدمة الأقل.

==========

أسئلة

على الوحدة التعليمية الثانية عشر

١- أكمل ما يأتي:

١. يؤدى سوء الاستخدام المائي في الأراضي المروية إلى نوعين من تدهور التربة والإنتاج هما:

أ- .... ب- ....

٢. يمكن تقسيم تمليح التربة إلى نوعين هما:

أ- .... ب- ....

٣. يتم التخلص من تلك المخلفات السائلة بأحد الطرق التالية:

أ- .... ب- .... جـ.....................

٤. تقسم مصادر التلوث إلى ثلاث مصادر رئيسية:

أ-..................... ب- .... جـ.....................

٥. يمكن التنبؤ بعمليات التملح وذلك عن طريق:

أ- .... ب-............... جـ.....................

٢. تكلم عن مصادر وأسباب تملح الأراضي ؟

٣. تناول مع الشرح أسباب التمليح الثانوي ؟

٤- تكلم باختصار عن مصادر التلوث ؟

٥- تبدو أهمية التضاغط في التأثير على تدهور إنتاجية التربة في الأراضي الرطبة عنها في الجافة. وضح ذلك ؟

٦ ـ بماذا تعلل خطر التعرية بجوار مصادر المياه بالمراعى الطبيعية؟

٧ ـ قارن بين خطر كلاً من الرى الجائر وإزالة الغابات على تدهور الأراضى؟

٨ ـ كيف تفسر أثر عمليه الرى بالتنقيط على تمليح التربة؟

٩ ـ لماذا يتزايد معدلات التسميد بالدول الناميه فى رأيك؟

المراجــع

أولاً: المراجع العربية:

١. **الرقباوي ، ومحمد طلعت** (١٩٩٥) الاحتياجات المائيــة لمصــر وخطــط تنميتها – وزارة الأشغال العامة والموارد المائية لشئون توزيع المياه.

٢. **القصاص ، ومحمد عبد الفتاح** (١٩٩١) التصحر – تدهور الأراضي فــي المناطق الجافة – سلسلة عالم المعرفة- المجلس الوطني للثقافــة والفنــون والآداب- الكويت.

٣. **بلبع، عبد المنعم وماهر جورجي** (١٩٩٤) تصحر الأراضي مشكلة عربية وعالمية – منشأة المعارف – الإسكندرية.

٤. **العاني، عبد الالفتاح** (١٩٨٧) صيانة التربة . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. ومؤسسة المعاهد الفنية –العراق.

٥. **جاد، طه محمد** (١٩٩٢) حول تنمية الصحاري العربية- مطابع الأهرام – كورنيش النيل- القاهرة.

٦. **شوقي محمد عصام الدين والأمير ، صلاح الدين بكــر** (١٩٩٤). صــيانة الأراضي – جامعة القاهرة- التعليم المفتوح.

٧. **على موسى** (١٩٩١). التصحر- ط دمشق سوريا دار الأنوار. دار نينوى دمشق.

٨. **حسن الشيمي** (٢٠٠١). إدارة وصيانة الأراضي والمياه فــي الزراعــات الصحراوية.- دار الفكر العربي- القاهرة.

٩. **زاخار ، دي. (١٩٨٩).** ترجمة (نبيل إبراهيم لطيف – حسـوتي جـذوع) تعرية التربة– وزارة التعليم العالي والبحث العلمي– جامعة بغداد.

١٠. **نحال ، إبراهيم ، ودورمس خلدون (١٩٨٦).** أساسيات صيانة التربـة – مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية– كلية الزراعة– جامعة حلب– سوريا.

١١. **نوزاد الهيتي وآخرون(٢٠٠٠).** التصـحر التحـدي والاسـتجابة – ط١ عمان–الأردن– دار زهران.

١٢. **نحال إبراهيم (١٩٨٧)** ، التصحر في الوطن العربـي ، معهـد الإنمـاء العربي، بيروت.

١٣. **المجموعة الإحصائية لمنطقة اللجنة الاقتصادية والاجتماعية** لغربي آسيا، الأمم المتحدة ، نيويورك ، ٢٠٠٣.

١٤. **برنامج الأمم المتحدة للبيئة** ، إنقاذ كوكبنا التحديات والآمال وحالة البيئـة في العالم ، ١٩٧٢– ١٩٩٢.

١٥. **برنامج الأمم المتحدة للبيئة** حالة البيئة في العالم ، نيروبي، ١٩٩١.

١٦. **زين الدين عبد المقصود**، البيئة والإنسان، منشأة المعـارف، الإسـكندرية (بدون تاريخ).

١٧. **ساندرا بوستيل** ، مياه الزراعة التصدي للقيود ، القاهرة ، ١٩٩٢.

١٨. **محسن عبد الحميد توفيـق**، الإدارة البيئية في الوطن العربـي ، تـونس، ١٩٩٣.

١٩. **محمد الخشن** (التصحر وتأثيره على الأمن الغذائي) عالم الفكر ، نقلا عن عبد الله إبراهيم المسألة السكانية وبنية المجال العربي١٩٩١–هاشم نعمـة،

أفريقيا دراسة في حركات الهجرة السكانية، مركـز البحـوث والدراسـات الأفريقية، سبها، ليبيا ، ١٩٩٢.

٢٠. **هاشم نعمة** ، الملامح المميزة لمشاكل البيئة في المرحلة الحالية ، جريـدة الشرق الأوسط اللندنية٦ -١٢) ٢٠٠٠.

٢١. **هاشم نعمة** ، مشكلة التصحر في الوطن العربي ، أسـبابها ، أبعادهـا ووسائل مكافحتها ، الملتقى الجغرافي الثاني ، جامعة قار يونس ، بنغازي ، ليبيا ، ١٩٩٤.

ثانياً: المراجع الأجنبية:

Hudson, N. (1981) Soil conservation. Cornell University Press, Ithaca, New York. (2nd edition).

Cook, R. and Ellis, B. G. (1987). Soil Management, A world view of conservation and production. Gon Wiley & Sons New York. Chichester. Brisbane Toronta. Singapore.

FAO (1976). Conservation in Arid and Semi-arid Zones. Conservation Guide No. 3.

FAO (1985). Water Quality for Agriculture. Irrigation and Drainage Paper No. 29 rev.1

FAO (1985). Soil Conservation and management in developing countries. Soils Bull. No. 33.

Morgan, R. P. C. (1986). Soil Erosion & Conservation ' Longman Scientific Technical.

Troeh, F. R.; Hobbs, J. A., and Donahue; R. L. (1991). ' Soil and water Conservation' Prentice Hall, New Jersey.

Desertification Control Bulletin, No.11.UNEP, 1984.

Desertification Control Bulletin, No.16, UNEP, 1988.

Gerasimov T. P. (1983). Geography and Ecology, Moscow.

Michael B. K. (1989). Combating Desertification In the South Africa, UNEP, Moscow.

The State of World Population, UNFPA, (2003)

Related sites

www. ecn. Purdue.edu
www.afn .org.
www. keyline.com.
www.past ure. ecn. purdue.edu.
www. agri. mah. nic.
www. fao. Org/docrep.
www.nrcs. usda.gov
www.ag .ohio-state.edu
www.a\anance-nc. com
www.seafriends .org. nz
www.megsoil. nic.in
www.fi. cnr. it
www. Uwsp.edu.
www.dnrweb.dnr.state md.us.





صندوق مشروع تطوير التعليم العالي وحدة إدارة المشروعات
وزارة التعليم العالي
e-mail: HEEPF_Projects@yahoogroups.com

مشروع التطوير المتكامل للبرامج التعليمية في مجال الإنتاج النباتي لتتواءم مع المستويات العالمية
Improving Learning Programs in Plant Production at the Faculty of Agriculture and
Bring them to International Standards(ILPPP) B - 088 – LO

Lectures in SOIL CONSERVATION

Prepared by
Dr. Khaled H. El Hamdi
Professor of soil science
Mansoura University

2007